in Prozent der halben Pendellänge aus; C befindet sich $BC = x \cdot \frac{l}{2}$ cm über der Mitte des Pendels.

Der Pendelstab AG sei aus Invar mit dem Ausdehnungskoeffizienten $\beta$. Über dem Punkte C liegt das Stück $CA = \frac{l}{2}(1-x)$; unter C liegt das Stück $CG = \frac{l}{2}(1+x)$. Im oberen Teile ist die mittlere Abweichung der Temperatur von der des Punktes C $\frac{\Delta t(1-x)}{2}$, im unteren $\frac{\Delta t(1+x)}{2}$. Die zusätzliche Verlängerung im oberen Teile ist

$$\Delta l_1 = \frac{l}{2}(1-x) \cdot \frac{\Delta t}{2}(1-x) \cdot \beta.$$

Im unteren Teile ist die fehlende Verlängerung

$$\Delta l_2 = \frac{l}{2}(1+x) \cdot \frac{\Delta t}{2}(1+x) \cdot \beta.$$

Diese beiden Größen müssen gleich sein:

$$\frac{l}{2} \cdot (1-x) \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot (1-x) \cdot \beta = \frac{l}{2}(1+x) \cdot \frac{\Delta t}{2}(1+x) \cdot \beta.$$

Wir dividieren beide Seiten durch $\frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot \beta$.

$$(1-x)^2 = (1+x)^2,$$
$$4x = 0,$$
$$x = 0.$$

Der Punkt C muß also nach der Mitte B rücken, ein Ergebnis, das selbstverständlich erscheint.

Nun hängt aber der Pendelstab in Wirklichkeit an einer Pendelfeder aus Stahl, die mit der unteren Fassung $l_0 = 1{,}8$ cm lang ist. Bei der Größe des Ausdehnungskoeffizienten von Stahl gegenüber dem von Invar dürfen wir dieses kleine Stück nicht vernachlässigen. Eigentlich wird der obere Teil der Pendelstange um diesen Betrag $l_0$ kürzer. Wenn wir wollen, können wir dem Rechnung tragen, indem wir für die Pendelfeder statt des Ausdehnungskoeffizienten des Stahles den Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten von Stahl und Invar ($\alpha$) benutzen, im übrigen aber die Verhältnisse so lassen wie bei der vorigen Rechnung. Die Pendelfeder unterliegt, wie aus der Abb. 86 zu ersehen ist, dem mittleren Temperaturüberschuß $\Delta t(1-x)$. Die zusätzliche Verlängerung des oberen Teiles ist jetzt

$$\Delta l_1 = l_0 \cdot \Delta t(1-x) \cdot \alpha + \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta t}{2}(1-x)^2 \cdot \beta.$$

Die fehlende Verlängerung des unteren Teils ist wie vorher

$$\Delta l_2 = \frac{l}{2} \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot (1+x)^2 \cdot \beta.$$

Wir setzen die beiden Ausdrücke gleich, wobei $\Delta t$ herausfällt.

$$l_0(1-x) \cdot \alpha + \frac{l}{4}(1-x)^2 \cdot \beta = \frac{l}{4}(1+x)^2 \cdot \beta,$$

$$l_0 \cdot \alpha - l_0 \cdot x \cdot \alpha = \frac{l}{4} \cdot 4x\beta = l \cdot x \cdot \beta.$$

Nach x aufgelöst:

$$x = \frac{l_0 \cdot \alpha}{l_0 \cdot \alpha + l \cdot \beta}.$$

Die Strecke BC ist $x \cdot \frac{l}{2}$

$$BC = \frac{l}{2} \cdot \frac{l_0 \cdot \alpha}{l_0 \cdot \alpha + l \cdot \beta}.$$

In dieser Gleichung setzen wir $l = 100$ cm, $l_0 = 1{,}8$ cm, $\alpha = 0{,}000011$, $\beta = 0{,}0000008$. Dann ist BC

$$BC = 50 \cdot \frac{1{,}8 \cdot 0{,}000011}{1{,}8 \cdot 0{,}000011 + 100 \cdot 0{,}0000008}$$
$$= 50 \cdot \frac{2}{2+8} = \frac{50}{5},$$
$$BC = 10 \text{ cm}.$$

Das Ausgleichstück muß also 10 cm oberhalb der Mitte der Pendelstange angebracht werden.

Aus dem Gang der Rechnung ersieht man, daß eine andere Annahme über die Art der Temperaturschichtung keine Schwierigkeiten bei der Berechnung bieten würde.

Würden wir das Schichtungspendel genau berechnen, ähnlich wie im vorhergehenden Abschnitte, so würden sich sowohl für die Länge des Ausgleichstückes als auch für seine Lage geringfügige Abweichungen von unseren Ergebnissen zeigen. Wir dürfen aber wohl annehmen, daß der Leser nach den hier entwickelten Beispielen in der Lage ist, im gegebenen Falle die Rechnung selbst durchzuführen. (I/206)

# Neuzeitliche Konstruktionen der Firma Friedrich Mauthe, G. m. b. H., Schwenningen a. N.

Von Professor Dr.-Ing. H. Bock

Gegen die Jahrhundertwende erregte ein amerikanischer Kreuzer in Kiel unter den dortigen Werftangestellten beträchtliches Aufsehen. Auf ihm konnte man Unerhörtes sehen. In seinem Maschinenraum glänzte nicht alles goldig und silbern wie auf Seiner Majestät Schiffen, da waren nicht alle Stahlteile mit liebevoller Sorgfalt geschlichtet und nicht jedes (zum Teil recht überflüssige!) Bronzestück spiegelrein; ja, da sah man sogar „unbearbeitete", lackierte Teile. Und merkwürdigerweise lief diese neumodische Maschine doch. Das gab zu denken.

Diese charakteristische Geschichte fiel mir wieder ein, als ich einmal einen älteren Gewichtsregulator zwecks Auffrischung seiner Lebensenergie auseinandernahm: Jeder seiner Teile ließ die Sorgfalt fühlen, mit der er aus der liebevollen Hand des Meisters hervorgegangen war; Reste schönster Politur, zierliche Formen und reichliche Verwendung von Stellschrauben aller Art usw. legten dafür Zeugnis ab. Und doch hatte die Sache ihren Haken: Hing man die Gewichte an, so bog sich das viel zu schwache Traggestell millimeterweise durch. Also keine Spur von Rücksicht auf Kräfte und ihre Abstützung. Spielkram statt praktischer Konstruktion, Zierat statt Pflege lebenswichtiger Teile. Natürlich hätte man eingewendet: das Werk muß doch schön sein! Was ist aber in der Tat schön? Als die Zeit der gotisch stilisierten Dampfmaschine schon längst dahin war, sah man immer noch Lokomotiven mit blanken Messing-Domhauben in kunstvoller Profilierung, und auch sonst hatte der Erbauer mit Zierat nicht gespart. War das wirklich schön? War es nicht bloß Befriedigung von Schmuckbedürfnis an unrechter Stelle? Ich behaupte, daß die heutige Maschine in ihrer gedrungenen, bis ins kleinste nichts als zweckmäßigen Form eben deswegen weit schöner ist. Und im Verhältnis auch billiger, was bekanntlich die Hauptsache ist.