

Reibung der Zahnräder usw. von Einfluß ist. Undenkbar ist es nicht, daß diese Schicht bei einer Ozeanfahrt in der nicht hermetisch verschlossenen Uhr chemische oder physikalische Strukturänderungen erleidet. Hier wären Versuche am Platze. Nicht zuletzt muß aber auch der Bewegungen gedacht werden, die die tragbare Uhr zu erdulden hat. Daß sie auf einer Tour durch England anders sein werden als daheim im Liegestuhl oder auf dem Kontorbock, liegt auf der Hand. Wie man sieht, handelt es sich um ein verzwicktes Problem, an dessen Lösung zu arbeiten wenig Sinn hat, solange nicht Art und Größe der vermeintlichen Abweichungen hinreichend genau gemessen sind.

Daß die Pendeluhren gegen Ortsveränderung empfindlich sind, ist seit 1672 durch die Beobachtungen von Richer bekannt, dessen Uhr in Cayenne erheblich zurückblieb, weil sie in Frankreich einreguliert war. Das kommt natürlich von der Aenderung der Stärke der Schwerkraft. Durch einfache Ueberlegungen kann man nachweisen, daß die Schwingungsdauer eines Pendels von 1 Meter reduzierter Länge unter dem Breitengrade  $\varphi$  und bei  $h$  Meter über dem Meeresniveau

$$T = 1,0033 \cdot \left( 1 + \frac{\cos 2\varphi}{788} + \frac{h}{6370000} \right) \cdot \sqrt{l}$$

Sekunden beträgt. Diese Formel gibt Anlaß zu folgender praktisch interessanten Ueberlegung: Welche Schwingungsdauer müßte z. B. dem Sekundenpendel in der auf dem 50. Breitengrade, 40 m über Normalnull gelegenen Fabrik gegeben werden, wenn es später auf dem 12. Breitengrade in 250 m Meereshöhe richtige Sekunden schwingen soll? Solche Frage ist für die Fabriken von tatsächlicher Bedeutung. Ihre Beantwortung ergibt sich sofort aus obiger Formel. Für den Bestimmungsort gilt:

$$1 = 1,0033 \left( 1 + \frac{\cos 24^\circ}{788} + \frac{250}{6370000} \right) \sqrt{l}$$

und für die Fabrik:

$$T = 1,0033 \cdot \left( 1 + \frac{\cos 100^\circ}{788} + \frac{40}{6370000} \right) \sqrt{l}$$

$T$  ist die Schwingungsdauer, die in der Fabrik einzustellen wäre.

Aus den beiden Gleichungen läßt sich sowohl dies  $T$  als auch die Pendellänge  $l$  ermitteln; da uns letztere nicht interessiert, beseitigen wir sie, indem wir die Gleichungen durcheinander dividieren:

$$\frac{T}{1} = \frac{1 - \frac{0,174}{788} + \frac{4}{6370000}}{1 + \frac{0,914}{788} + \frac{25}{6370000}}$$

Diese für Pendelberechnungen typische, kompliziert scheinende Aufgabe kann man sehr leicht erledigen, wenn man sich erinnert, daß für sehr kleines  $x$  zwischen  $(1+x)^n$  und  $1+n \cdot x$  kein nennenswerter Unterschied besteht; so ist z. B.  $\left(1 + \frac{1}{100}\right)^3 = 1,030301$ , was sich von  $1 + \frac{3}{100}$  kaum unterscheidet.

Die sinngemäße Anwendung dieser äußerst wichtigen Rechenregel ergibt in unserem Falle:

$$\begin{aligned} T &= \left[ 1 + \left( \frac{-0,174}{788} + \frac{4}{6370000} \right) \right] \cdot \\ &\cdot \left[ 1 + \left( \frac{0,914}{788} + \frac{25}{6370000} \right) \right]^{-1} \\ &= \left[ 1 + \left( \frac{-0,174}{788} + \frac{4}{6370000} \right) \right] \cdot \\ &\cdot \left[ 1 - \left( \frac{0,914}{788} + \frac{25}{6370000} \right) \right] \\ &= 1 - \frac{0,174 + 0,914}{788} - \frac{25 - 4}{6370000} \text{ Sekunden,} \end{aligned}$$

wobei das Produkt der runden Klammern wegen seiner Winzigkeit beiseite gelassen ist. Wer ein wenig Algebra kann, wird die Sache leicht durchschauen.

Durch weitere Ausrechnung folgt:

$$T = 1 - 0,00138 - 0,000033 = 1 - 0,00141 \text{ Sekunden.}$$

Jede Schwingung muß somit in der Fabrik um 0,00141 Sekunden kürzer sein als die des richtigen Sekundenpendels; also muß die betreffende Uhr, wenn sie am Bestimmungsort richtiggehen soll, am Platze der Herstellung je Tag

$$24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,00141 = 122 \text{ Sekunden}$$

gewinnen. — Ich habe diese Rechnung ausführlich dargestellt, weil sie charakteristisch ist für die Art, in der man Schwingungsfragen am bequemsten behandelt.

Dr.-Ing. H. Bock.

\*

Unser Mitarbeiter und Sachverständiger für Fragen der Reglage, Herr Georg F. Bley, der selbst lange Jahre in England als Direktor einer Uhrenfabrik tätig war, schreibt uns, daß ihm über das Nachgehen der amerikanischen Uhren in England nichts bekannt sei. Er hält die Sache für eine der üblichen Uebertreibungen der Tageszeitungen und sendet uns die nachstehenden humoristischen Betrachtungen über das Problem:

Wie die obige Zeitungsnotiz zeigt, streiken die Präzisionstaschenuhren der Amerikaner in England. Was mag die Ursache sein? Man streitet sich noch in der Fachwelt über die Ursachen des Phänomens, weshalb die Taschenuhren ihren Gang bei raschen Eisenbahnfahrten ändern. Dann tauchte das neue Phänomen auf, daß die Pendeluhren alle 6 Stunden ihren Gang ändern, sozusagen Ebbe und Flut aufweisen, weil die alte Mutter Erde oval gedrückt wird bei ihrer Reise in Richtung auf den Stern Capella, durch das Aufprallen der Uratome, mit denen das Weltall erfüllt sein soll. Nun kommt die Schreckensbotschaft, daß die Uhren der Amerikaner in England nachgehen. Es schwirrt einem der Kopf über alle diese phänomenalen Erscheinungen.

Man könnte sich denken, daß die Amerikaner auf der Reise an Bord der schwimmenden Palasthotels auf Entdeckungsreisen ausgehen und auch alle Maschinenräume durchstöbern und dabei in der Nähe von Dynamos und Elektromotoren ihre Uhren magnetisieren. Dann wäre es aber wunderlich, wenn diese Uhren alle nachgehen sollten, denn Uhren mit magnetisierten Spiralen werden oftmals auch vorgehen.

Das feuchte Klima Englands, das vielleicht rascheres Dickwerden mancher Oele verursachen könnte, würde wohl auch nicht absolut stets ein Nachgehen bewirken, denn die kleineren Schwingungen der Unruh sind manchmal beschleunigt, statt verlangsamt.

Vielleicht kommt man durch folgende Schlußfolgerungen der einfachsten Regeln der Logik hinter die Ursache dieses neuen „Phänomens“.

Das amerikanische Sprichwort heißt: „Time is money.“ Dann ist auch: „Money = Time, oder = Zeit“, um es deutsch auszudrücken. Folglich ist: „Viel money = viel Zeit.“ Da bekanntlich die Amerikaner „viel money“ haben, so haben sie eben auch „viel Zeit“. Wer viel Zeit hat, dem vergeht sie langsamer, das ist ganz natürlich. Seitdem Professor Einstein die Relativität der Zeit erfunden hat, ist das auch ganz verständlich. Nachdem die Amerikaner den Professor mit seiner Theorie im Kopf und seiner Geige unterm Arm so enthusiastisch empfangen und gastlich aufgenommen haben, ist die Zeit in U. S. A. eben auch relativ geworden, und die Uhren müßten dieser Tatsache angepaßt werden. Deshalb muß nun der Amerikaner seine Uhr in England jede Woche um 3 Minuten vorstellen.