

Zur Frage der Halbsekunden-Pendeluhr

Bemerkungen zum Gründungsbericht der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik

Von Regierungsrat Prof. A. I r k

Bei der genaueren Durchsicht des Gründungsberichtes der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik ist mir in den sehr interessanten Vorträgen einiges aufgefallen, wozu ich glaube Stellung nehmen zu sollen.

In erster Linie betrifft das die Frage der Halbsekundenuhr. Diese Uhr befriedigt als Genauigkeitszeitmesser nicht so, wie es für gewisse Zwecke erforderlich wäre. Ein Bedarf an solchen kleineren, leichter transportablen und auch billigeren Zeitmessern ist aber sicherlich vorhanden. Ihre Ganggenauigkeit müßte jedoch bedeutend gesteigert werden. Das ist meiner Ansicht nach möglich; doch sollte vorher Klarheit darüber herrschen, warum die Halbsekundenuhr eine so viel geringere Gang-Präzision zeigt als die Sekundenuhr.

Prof. Dr.-Ing. H. Bock sagt (S. 20 des Berichtes, oben): „Bisher ist es mir nicht gelungen, dahinter zu kommen,“ nämlich dahinter, was die Ursache der nach Prof. Wanach nur des Genauigkeitsgrades der Sekundenuhr betragenden geringen Präzision der Halbsekundenuhr sei. Obering. Voigt, Prof. Wanach und Dr. Mahnkopf deuten an, daß es mikroseismische Erscheinungen sein könnten, bezw. daß solche stark mitzuwirken vermögen. Ich bin da anderer Ansicht. Zunächst ist gar nicht einzusehen, warum die fortwährenden kleinen Schwankungen der Erdrinde gerade auf die Halbsekundenuhr so schädlich einwirken sollen. Warum sollten sie nicht auch auf die Sekundenpendeluhr einwirken, deren *v i e l l a n g s a m e r* schwingendes, schweres Pendel doch eher durch Erschütterungen ungünstig beeinflußt werden müßte?

Die Ursache für die wenig befriedigende Präzision der Halbsekunden-Pendeluhr ist nach meiner Überzeugung hauptsächlich in der Uhr selbst zu suchen und zwar in jenem Teile derselben, der — was nicht immer mit der wünschenswerten Klarheit festgehalten wird — die Zeit durch seine Bewegungen eigentlich mißt, im *R e g u l a t o r d e r U h r , i m P e n d e l*.

Das betreffende Pendel wird eben um so weniger leicht in seiner Bewegung gestört werden und um so regelmäßiger schwingen, je größer das in ihm infolge seiner Länge, seiner Masse und seiner Winkelgeschwindigkeit aufgespeicherte Arbeitsvermögen, *s e i n e l e b e n d i g e K r a f t*, ist.

Diese hängt nach der bekannten Formel

$$W = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m r^2 \omega^2$$

einfach von der Masse *m* des Pendels, von den Quadraten seines Trägheitshalbmessers *r* und seiner Winkelgeschwindigkeit *o*) ab, oder, wenn für den bloßen beiläufigen Vergleich die Masse durch das Gewicht, der Trägheitshalbmesser durch die Pendellänge ersetzt und die Winkelgeschwindigkeit bei gleicher Amplitude umgekehrt proportional der Schwingungsdauer angenommen wird, so wächst die lebendige Kraft oder Wucht mit dem Gewichte und dem Quadrate der Pendellänge und steht im umgekehrten Verhältnis zum Quadrate der Schwingungsdauer.

Das etwa viermal so schwer angenommene Sekundenpendel (Gewichte 8 kg und 2 kg) hat gegenüber dem Halbsekunden-Pendel also schon aus diesem Grunde die vierfache Wucht, seiner vierfachen Länge wegen aber weiter noch die sechzehnfache, welcher Wert sich allerdings der doppelt so großen Schwingungsdauer halber wieder um das Vierfache verringert.

J e n a c h d e r A u s f ü h r u n g d e s H a l b s e k u n d e n - P e n d e l s i s t s e i n e W u c h t , s e i n V e r m ö g e n , W i d e r s t ä n d e z u ü b e r w i n d e n , a l s o a u c h n u r d e r z e h n t e b i s z w a n z i g s t e T e i l v o n d e r d e s S e k u n d e n - P e n d e l s .

Das erklärt zur Genüge und für sich allein schon die weitaus geringere Ganggenauigkeit der Halbsekunden-Pendeluhr gegenüber der Sekunden-Pendeluhr. Nun ist freilich noch in Betracht zu ziehen, daß die Beeinflussung des Gangreglers durch das Uhrwerk bei der Halbsekunden-Pendeluhr etwas geringer ist als bei der Sekunden-Pendeluhr (allzuviel ist das freilich nicht), dagegen steht jedoch wieder die bei ersterer infolge der geringeren Größe aller Teile des Uhrwerkes, namentlich aber der H e m m u n g , verhältnismäßig geringere Ausführungsgenauigkeit, die eine unregelmäßigere Kraftübertragung und eine stärker veränderliche Beeinflussung der Pendelschwingungsdauer bedingt.

Da nun eine Vergrößerung der Pendellänge nicht in Betracht kommt, so würde zur Erzielung einer für eine größere Ganggenauigkeit ausreichenden erhöhten Wucht des Halbsekunden-Pendels nur eine Vergrößerung der Geschwindigkeit und des Gewichtes in Frage kommen.

Die Geschwindigkeit ließe sich allerdings nur durch eine bedeutende Vergrößerung der Amplitude ausschlaggebend vermehren. Hiergegen sprechen aber gewichtige Gründe: die dann schwierigere Erhaltung des Isochronismus der Pendelschwingungen und eine größere Möglichkeit einer Veränderung in der Kraftübertragung infolge der dann erforderlichen höheren Kraftleistung des Uhrwerkes.

E s v e r b l e i b t s o m i t , u m d e r H a l b s e k u n d e n - P e n d e l u h r e i n e w e s e n t l i c h h ö h e r e G a n g g e n a u i g k e i t z u v e r l e i h e n , d e r H a u p t - s a c h e n a c h a u c h n u r d a s M i t t e l , d a s P e n d e l d e r s e l b e n b e d e u t e n d s c h w e r e r z u m a c h e n , a l s e s h e u t e ü b l i c h i s t .

Wie das zu ermöglichen wäre, ist eine durchaus nicht leicht zu lösende praktische Aufgabe. Daß dabei das Uhrwerk womöglich ebenso sorgfältig zu konstruieren und auszuführen wäre wie bei der Sekunden-Pendeluhr, dürfte dabei nicht außer acht gelassen werden. Sehr v i e l billiger als eine Sekunden-Pendeluhr dürfte eine solche Uhr dann kaum werden. Die Gangpräzision der Sekundenuhr würde sie selbst bei gleich schwerem Pendel gewiß nicht erreichen, wenn sie auch weit höher als bei der heute üblichen Ausführung werden könnte. Wir haben in der Sekunden- Pendeluhr sicherlich ein Instrument vor uns, dessen Präzision kaum mehr zu überbieten ist.

Anordnungen, wie die von Satori (nicht Sartorius), Wien, mit Anbringung des Ankers direkt am Pendel werden daran nichts ändern. Diese Idee, in der Normaluhr der österreichischen Uhrmacherschule schon vor fast zwanzig Jahren angewandt, hat keine merkbaren Vorteile gebracht. Bei nicht ganz erschütterungsfreier Aufstellung der Uhr hat sie sogar erhebliche Nachteile im Gefolge. —

Was die Pendeluhren „mäßiger Güte“ anbelangt, wie sie für verschiedene Zwecke gefordert wurden, so möchte ich nur bemerken, daß solche mit Holzpendeln, auch wenn die Stäbe noch so sorgfältig ausgewählt und bearbeitet bzw. imprägniert werden, auch auf gröbere Bruchteile der Sekunde sicher n i c h t verlässlich sind. Das schließt, wenn selbst von dem nicht unbeträchtlichen Einfluß der Luftfeuchtigkeit abgesehen wird, die Größe der Einwirkung von Temperaturänderungen, die beim Holzpendel für den Celsiusgrad etwa $0,2^s$ in 24^h beträgt, allein schon aus. Die Uhr „mäßiger Güte“ wird aber auch durch die Einwirkung des natürlich bei dem mäßigen Preis bloß in mäßiger Güte ausgeführten Werkes und Ganges schon Gangsprünge zeigen, welche die oben erwähnte Genauigkeitsgrenze

bestimmt überschreiten. Es möchte doch beachtet werden, was es heißt, eine Uhr dahin zu bringen, die Zeit bloß auf die Sekunde im Tag genau anzuzeigen! —
Über die Normung in der Uhrmacherei, die äußere Ausstattung der Uhr und andere in den Verhandlungen der gründenden Versammlung aufgeworfenen Fragen möchte ich mir erlauben, gelegentlich einmal meine Ansichten zu äußern. Jedenfalls kann ich aber sagen, es hat schon lange kein Verhandlungsbericht mein Interesse in so hohem Maße erregt wie der vorliegende. Auf diesem Wege scheint es mir möglich zu sein, neues, gesundes Leben wieder in unser Fach zu bringen und wahren Fortschritt anzubahnen.

Quelle: Deutsche Uhrmacher-Zeitung 1926 Nr.31 S. 603-604