

## Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Präzisions-Zeitmessung

Vortrag, gehalten auf dem vierten Bundestage des Deutschen Uhrmacher-Bundes in Berlin (August 1907)  
von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. W. Foerster

(Nachdruck verboten)

**V**or drei Jahren, in Ihrer vorangehenden Tagung, habe ich Ihnen schon von den Fortschritten der Genauigkeit und insbesondere von den Anforderungen und Leistungen der Astronomie, für die ich ja das nächste Sachverständnis besitze, gesprochen. Ich will heute darin fortfahren. Vielleicht kann ich in wieder drei Jahren bei Ihrer nächsten Tagung Ihnen von weiteren Fortschritten erzählen. Ich will es mir als eine Art Aufgabe stellen, Ihnen nach der Seite der Sekunde, der Präzisionsleistung der Uhrmacherkunst, Bericht zu erstatten.

Ich will dazu zunächst bloß vier Namen nennen und ganz kurz charakterisieren, was wir den Trägern dieser Namen gerade in der letzten Zeit an konkreten Leistungen zu verdanken gehabt haben.

Da ist vor allem unser verehrter Freund Professor Strasser, welcher durch seine theoretischen und experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiete der Chronometrie — speziell des Chronometers, aber auch der feinsten Pendeluhr — für die Astronomie und die Uhrmacherkunst Bedeutendes geleistet hat.

Dann nenne ich einen anderen Namen, der uns gerade im Chronometerwesen, aber auch in der Pendeluhrtechnik gefördert hat: Dr. Guillaume vom Internationalen Maß- und Gewichtsinstitut in Sèvres, welcher in Verbindung mit seinem Kollegen Benoit die wunderbaren Leistungen von Stahl- und Nickellegierungen erkannt und sowohl auf dem Gebiete der temperaturfreien Pendeluhr als auch auf dem Gebiete der Temperaturkompensation der Chronometer außerordentlich wichtige Fortschritte ermöglicht hat, und zwar durch die besondere Feinheit und Findigkeit seiner experimentellen und theoretischen Untersuchungen. Er hat auf dem Gebiete der Chronometertechnik es vermocht, durch Ausnutzung der ganz besonderen Gesetze der Veränderung der Elastizität von Nickelstahl-Legierungen mit der Temperatur uns die für die Stetigkeit der Leistungen der Chronometer sehr ungünstigen Hilfskompensationen vom Halse zu schaffen.

Dann, meine Herren, will ich zwei andere Namen nennen, denen wir auf dem Gebiete der Anwendung feiner Zeitmessung, der Vergleichung der Uhren, der Ausbreitung genauer Zeitsignale und auch auf dem Gebiete der Pendeluhrtechnik außerordentlich viel verdanken, und zwar unsern Professor Leman von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und unsern vortrefflichen Dr. Riefler in München, der insbesondere auch auf dem Gebiete der Unabhängigmachung der Pendelschwingungen von den Variationen des Luftdruckes und auf dem Gebiete der Ausnutzung dieses Einflusses zur feinsten Korrektur der Pendeluhr wesentliche Fortschritte erzielt hat, während Herr Prof. Leman der Richtighaltung der Sekunde in Verbindung mit deren Kontrolle durch die Rücksignale bei beliebigem Verlauf der betreffenden elektrischen Leitungen einen neuen Aufschwung hat geben helfen.

Durch ein Zusammenwirken, an dessen Spitze die genannten vier Männer stehen, sind in den letzten drei Jahren ganz besondere Fortschritte zutage getreten. In den Leistungen der besten Pendeluhren sind wir jetzt so weit, daß eine Uhr von Strasser & Rohde und eine Uhr von Riefler in dem Geodätischen Institute in Potsdam, dem Zentralbureau auch der geographischen Längenmessungen, eine Leistung ergeben haben, die bis dahin nur ganz vereinzelt durch eine alte Tiedesche Pendeluhr in luftdichtem Verschuß auf der Berliner Sternwarte erreicht war. Der tägliche Gang dieser Pendeluhren ist nämlich viele Monate hindurch von einem gewissen Mittelwert nur um durchschnittlich  $\frac{1}{100}$  Sekunde abgewichen, ein Erfolg, der für die Astronomie und gewisse große Aufgaben, von denen ich gleich reden werde, von hoher Bedeutung ist.

Ich möchte sagen: Wer die richtige Sekunde haben will, muß das Hundertstel der Sekunde pflegen. Obgleich diese Leistungen der Pendeluhr so eindrucksvoll und hoffnungsvoll dastehen, sind ihnen doch Grenzen gesetzt, die eben mit Naturerscheinungen wichtigster Art im Erdenleben zusammenhängen, für die gerade die allergrößte Feinheit der Zeitmessung in den nächsten Zeiten geboten sein wird.

Die durch die Arbeiten Guillaumes erzielten Vervollkommnungen der Kompensation und die dadurch bewirkte bedeutende Verbesserung der Pendeluhr haben ihre Grenze einestheils darin, daß die Elemente, mit denen man jetzt die einfachste Kompensation erreicht (Nickelstahl) den großen Vorzug überaus geringer Abhängigkeit von der Temperatur wesentlich einer gewissen Veränderlichkeit ihres innersten molekularen Gefüges verdanken, die aber leider die einfache Stetigkeit nicht immer verbürgen läßt und gröbere Abweichungen, wenngleich selten genug, verursachen kann. Sodann sind es auch die Schwankungen der Schichtung der Temperatur im Beobachtungsraume, deren Einfluß noch nicht völlig vermieden ist.

Dann kommen aber in dem Gebiete der größten Feinheiten noch ganz neue Einflüsse hinzu. Die Wirkung der Schwankungen des Luftdrucks hat man fast ganz eliminiert dadurch, daß man die Pendeluhr in dauernden luftdichten Verschuß bringt; aber auch hier gibt es dann noch kleine Fragezeichen.

Sodann kommen die Einflüsse der großen geophysikalischen und der großen geotektonischen Erscheinungen bei den feinsten Schwingungsreihen ins Spiel, also auch bei den Pendeluhren und in gewissem Grade vielleicht auch bei den Schwingungen der Chronometer. Als ich auf der Berliner Sternwarte noch mit nächtlichen Beobachtungen beschäftigt war, habe ich einmal eine Beobachtung gemacht, die damals, wenn auch nicht die allererste, doch noch ziemlich einzig in ihrer Art war, die aber gegenwärtig ausgebeutet wird auf den sogenannten seismographischen Stationen oder Erdbeben-Stationen, mit denen sich die Kulturstaaten bedecken und die auch über das Innere des Erdkörpers Aufschluß zu geben bestimmt sind.

Die Beobachtung war die folgende: Ich las eine Röhrenlibelle ab, mit der man die horizontale Lage der Rotationsachse eines Fernrohres bestimmt, wobei langsame Veränderungen um mehrere Millimeter in der Lage der Luftblase abgelesen werden. Da beobachtete ich, daß bei vorher ruhiger oder stetig sich bewegender, dann längere Zeit still stehender Luftblase auf einmal Schwingungen von sechs bis acht Sekunden Dauer mit hin und her gehender Bewegung der Blase um zehn bis zwölf Millimeter eintraten, und daß das ungefähr eine bis zwei Minuten lang, allmählich abnehmend, andauerte. Es wurde nachher festgestellt, daß ein Erdbeben in Zentral-Amerika die Ursache hiervon bildete, und daß die Schwingung, die von dem Erdbeben ausgegangen war, sich ungefähr so verbreitete wie die Wellen des Ozeans. Also die Berliner Sternwarte lag damals abwechselnd auf einem Wellenberg und in einem Wellental, und wenn sie in das Wellental sich hinabsenkte oder den Wellenberg emporstieg mit der großen Welle, die durch den Erdboden zitterte, so neigten sich die Fundamente wie ein Schiff hin und her. Ich konnte damals berechnen, daß diese Bewegungen so groß waren, daß die Spitze des Marienkirchturms in Berlin dabei 3 bis 4 cm hin und her gehen mußte. Der Erdstoß hatte in einem Abstände von acht- bis neuntausend Kilometer von uns stattgefunden.

Nun denken Sie sich, daß eine solche Schwingung auch in die Schwingungsbedingungen einer Pendeluhr von zartester sonstiger Stetigkeit der Schwingungsbedingungen eingreift. Dann muß doch notwendig eine Störung entstehen. Und es ist wahrscheinlich, daß eine Anzahl der immer noch verbliebenen Abweichungen von der vollkommensten Stetigkeit der Schwingungen

b