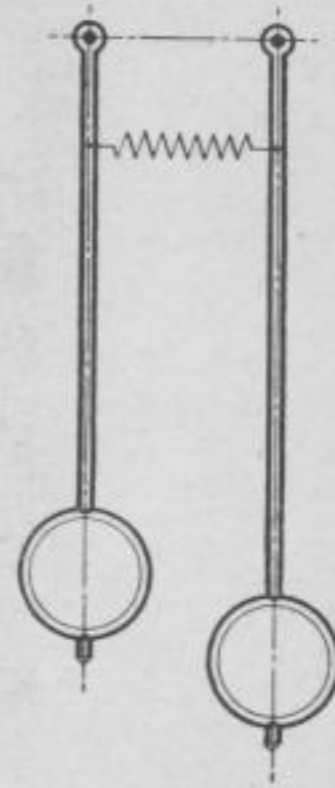


Diese Zahl ist aber ohne Belang, wenn es gelingt, eine Synchronisation zu schaffen, die ohne Phasennacheilung arbeitet, wenn also die beiden gekoppelten Uhren genau im Gleichtakt gehen. Diese Synchronisation hätte dergestalt zu wirken, daß das Pendel der „passiven“ Uhr sofort vorgetrieben wird, wenn es auch nur um eine Spur hinter dem der „aktiven“ zurückbleibt, und umgekehrt. In der Konstruktion einer Vorrichtung, die diese Bedingung restlos erfüllt, scheint mir der Kern des Problems zu liegen. Wie sie verwirklicht werden könnte, ist eine Frage, auf die wir noch zurückkommen werden. Gesetzt den Fall, es sei gelungen; wie werden sich die Uhren dann verhalten? Der obengenannte Autor äußert sich dazu etwa so: Man wird zuerst die (drei) Uhren getrennt für sich gehen lassen und durch Luftdruckänderung oder sonstwie so zu regulieren bestrebt sein müssen, daß sie alle möglichst übereinstimmende Gänge zeigen. Dann wird Uhr II an I angeschaltet und etwas später III an I. Bis jetzt ist ersichtlicherweise Uhr I allein maßgebend. Schließt man nun aber den Ring durch Anschluß von Uhr III an I, so ist I aus Symmetriegründen nicht mehr allein maßgeblich; vielmehr haben sich die drei Instrumente nunmehr gleichermaßen an der Verantwortung zu beteiligen. Gangänderungen können jetzt nach Kaulla nur dann eintreten, wenn die die Änderung bewirkende Ursache auf alle drei in gleichem Sinne wirkt. Nun wird man nicht erwarten dürfen, daß alle drei Instrumente von der Störung in gleichem Maße betroffen werden; vielmehr wird eins das am wenigsten gestörte sein, und dies soll nach Kaulla maßgeblich sein. Ist diese Behauptung zutreffend, so wäre die Überlegenheit des gekoppelten Uhrenringes über das System der unabhängigen Einzeluhren klar, weil eben jetzt die am wenigsten betroffene Uhr den anderen ihren „Willen“ aufzwingen würde; es dürfte aber schwer sein, die obige Behauptung logisch nachzuweisen, und rechnen könnte man erst dann, wenn die Funktion der Synchronisationsvorrichtung genau bekannt wäre. Und selbst dann würden sich wohl erhebliche Schwierigkeiten einstellen, wie immer bei der rechnerischen Untersuchung gekoppelter Schwingungssysteme. Man könnte vielleicht in der Art folgern: Wenn eine Uhr von mehreren anderen durch Kopplung abhängig ist, die verschieden große Störungen aufweisen, so wird sie, falls sie selbst in Ordnung ist, eher geneigt sein, derjenigen Folge zu leisten, welche die geringere Abweichung zeigt. Ob das aber streng richtig ist, erscheint fraglich; vermutlich liegen die Verhältnisse wesentlich verwickelter und ungünstiger. Eine genauere Untersuchung zeigt schon in ihren Anfängen, daß jedes der drei Pendel, deren natürliche Schwingungsdauern um ein ganz Geringes voneinander abweichen mögen, je drei verschiedene übereinandergelagerte Schwingungen ausführt. Daß die Schwingungsweite dabei unverändert bleibt, ist ausgeschlossen; das heißt also, daß tatsächlich Energie von einem zum anderen Pendel übergeht, denn die Schwingungsweite ist ja weiter nichts als ein Ausdruck der Bewegungsenergie.

Und nun die Kopplung selbst. Man verlangt von ihr, daß sie ein voreilendes Pendel zurückhält und umgekehrt. Dieser Forderung wird diejenige mechanische Anordnung gerecht, welche man als Lagen- oder Kraftkopplung be-

zeichnet. Unsere Abbildung zeigt sie im Prinzip. Sie stellt zwei verschieden lange Pendel vor, wodurch die geringfügige Abweichung der beiden Schwingungsdauern voneinander zum Ausdruck gebracht werden soll. Zwischen beiden befindet sich eine Schraubenfeder, deren Länge so bemessen ist, daß die Feder spannungslos bleibt, wenn die Pendel in



Schema zweier gekoppelten Pendel

Ruhe verharren, bzw. wenn sie beide jederzeit den gleichen Ausschlag machen. Bleibt das eine gegen das andere irgendwo beim Hin- und Hergang zurück, so wird es auf jeden Fall weitergetrieben, während das vorliegende aufgehalten wird. Damit wäre unser Ziel erreicht. Wie aber soll dieser Gedanke in die Praxis umgesetzt werden? Man hat zu beachten, daß jede Zerrung des Pendels nach unten, sei es durch magnetische oder auch durch elektrische Einwirkung, eine Vermehrung der Schwerkraft und somit eine Beschleunigung bedeutet, gleichgültig, ob sie vor oder nach der Bahnmitte erfolgt. Würde man also den Steuermagneten mitten unter der Schwingungsbahn des abhängigen Pendels anbringen und ihn durch einen ebenfalls in der Mitte befindlichen Pendelkontakt (mechanisch oder mit Photozelle) des steuernden

Pendels betätigen, so hätte man in jedem Falle eine Beschleunigung des ersteren zu erwarten, gleichgültig, ob es vor- oder nacheilt. Zur Erzielung einer Verzögerung müßte das Pendel „erleichtert“ werden. Den bekannten Kunstgriff, das gesteuerte Pendel nach- oder voreilen zu lassen, kann man hier wegen der Ringschaltung nicht anwenden, weil jedes der drei Pendel sowohl steuert als auch gesteuert wird. Brächte man aber den Magneten seitlich vom Pendel an und ließe das taktgebende Pendel den Strom genau im Umkehrpunkte schließen, so hätte man in jedem Falle als Wirkung eine Gangverzögerung, was also ebenfalls nicht geht. Man wird somit zum mindesten zu irgendeiner Kunstschaltung greifen müssen, die durch zwei Kontakte beeinflusst wird, von denen ein jeder an einem der Pendel sitzt. Diese hätte je nach Bedarf den Magneten im beschleunigenden oder im verzögernden Sinne unter Strom zu setzen, wozu natürlich ein polarisierter Stahllanker am Pendel angebracht werden muß. Eine solche Vorrichtung wäre wohl auch dazu geeignet, die bisherigen verbesserungsbedürftigen Synchronisationsapparate auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu heben.

Jedenfalls ist der Gedanke des reihenweise gekoppelten Uhrenringes nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen; Bestrebungen zur Steigerung der Genauigkeit sind ja allenthalben im Gange. Die Ansicht vieler Chronometermacher, die jetzigen Präzisionsuhren stellen den Gipfel der überhaupt in der Meßtechnik erreichbaren Schärfe dar, stimmt nicht ganz, denn andere Größen, wie Längen und Winkel, kann man schon weit genauer messen als die Zeit; freilich liegen die Verhältnisse hier auch einfacher.

Neue Meisterwerke der Uhrmacherkunst

Von E. Donauer

(Fortsetzung zu Seite 164)

Nachdem wir im ersten Teile dieser Aufsatzreihe die große astronomische Kunstuhr beschrieben haben, bringen wir in dieser Fortsetzung die Abbildungen und Beschreibungen zweier weiterer Erzeugnisse des Kollegen Ernst Hauden-

schild, die feinste Handarbeiten zeigen und durch ihre eigenartige Konstruktion besonders auffallen.

In der Abbildung 2 ist eine Elfenbein-Taschenuhr wiedergegeben und zwar von der Werkseite, weil die