

dieser Art gebauten Uhren das Pendel selbst den Stromstoß durch das mehr oder weniger störende Schließen von Kontakten auslösen mußte, wird dieses Pendel weder mechanisch noch elektrisch bei der Auslösung in Anspruch genommen, vielmehr erfolgt die Auslösung auf optischem Wege. Aus der Lampe *L* fällt ein Lichtstrahl auf einen kleinen Spiegel, der am Pendel befestigt ist, und der zurückgeworfene Strahl fällt auf die Blende *B*. In dieser ist eine Öffnung so angebracht, daß der wandernde Strahl in einer bestimmten Stellung des Pendels (kurz vor der Mittellage) hindurchfällt. Hinter der Blende fällt er auf eine photoelektrische Zelle *Z*. Durch die kurze Belichtung wird darin ein schwacher elektrischer Strom hervorgerufen, der in den Verstärker *V* geleitet wird. Aus diesem tritt der verstärkte Strom heraus und durchläuft die Spule unter dem Pendel *P*₁. Da der Lichtstrahl keinen Einfluß auf das freie Pendel ausübt, so erfolgt die Auslösung ohne Störung des Pendels. Die Verstärkerrohre kann man als trägheitslose Relais ansehen, so daß sie keine Verzögerung in dem Laufe des Stromes hervorrufen.

In jeder Uhr gebraucht man ein Zählwerk, das die Anzahl der Pendelschwingungen angibt, im allgemeinen ein Zeigerwerk. Dieses kann von dem freien Pendel nicht angetrieben werden; die Arbeit wird von einem Hilfspendel *P*₂ übernommen, das ganz ähnlich dem Pendel *P*₁ gebaut ist. Auch dieses Pendel trägt einen Magneten, der in eine Spule eintaucht. Der von dem Pendel *P*₁ gesteuerte Strom durchfließt auch diese zweite Spule; er treibt also auch das Pendel *P*₂ an und synchronisiert es zugleich mit dem Pendel *P*₁. Das Pendel *P*₂ kann mittels elektrischer Kontakte Nebenuhren in Betrieb setzen. Man kann auch in die Leitung ein Telefon *T* einschalten; die Schläge werden von einem Mikrophon aufgenommen, das dann seinerseits Nebenuhren betätigen kann.

Das Pendel *P*₂ hat noch eine Aufgabe zu erfüllen. Da der in der Zelle *Z* hervorgerufene Strom immer in derselben Richtung fließt, so würde er, wenn er bei der Rückkehr des Pendels *P*₁ erregt würde, die Pendel in entgegengesetzter Richtung beeinflussen, d. h. deren Bewegung bremsen. Deshalb muß bei jeder zweiten Halbschwingung des Pendels *P*₁ dem Lichtstrahl der Weg zu der Zelle versperrt werden. Das geschieht durch einen Schirm *D*, der von dem Pendel *P*₂ gesteuert wird. Die dazu nötige Einrichtung ist in Abb. 1 angedeutet. Das Pendel schließt einen Stromkreis, durch den ein Baudot-Relais *R* in Tätigkeit gesetzt wird. Dieses schließt einen kräftigen Strom, der einen Elektromagneten zum Hinaufklappen des Schirmes betätigt. Öffnet sich der Stromkreis, so fällt der Schirm zurück.

Das Pendel *P*₁ ist in ein luftdichtes Gehäuse eingebaut, das im Uhrkeller untergebracht wird und das hochgradig entleert werden kann, da das Pendel kein Öl gebraucht. Das zweite Pendel dagegen kann in einem beliebigen Raume aufgestellt werden. Um die Schwingungswellen der beiden Pendel unabhängig voneinander regeln zu können, hat man zu jeder Spule einen Schiebewiderstand *N* in Nebenschluß gelegt.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, ist es bei dieser Uhr gelungen, den Auslösungswiderstand, der bei den meisten Uhren mit Hemmung einen erheblichen Teil des unkontrollierbaren Fehlers ausmacht, als Fehlerquelle auszuschalten. Wie ist es mit dem Antriebe? Wir nehmen an, daß die Lichtquelle *L* in ihrer Stärke gleichmäßig gehalten werden kann, daß die photoelektrische Zelle *Z* gleichmäßig arbeitet, daß der Verstärker *V* keine Unregelmäßigkeiten in den Antrieb hineinbringt, daß also der antreibende Strom in immer gleicher Stärke und in Abständen von genau zwei Sekunden aus dem Verstärker austritt. Trotz dieser Annahme bleibt noch immer

eine — wenn auch kleine — Fehlerquelle. Die beiden Spulen und unter Umständen das Telefon sind durch eine gemeinsame elektrische Leitung gekoppelt. Der Stromstoß erfolgt, wenn das freie Pendel durch die Mittellage geht. Wenn nun aber das Hilfspendel z. B. hinter dem freien Pendel zurückbleibt, so ändern sich die elektrischen Verhältnisse in dem Stromkreise, denn die schwingenden Magneten werden ja nicht nur von den Spulen beeinflusst, sondern beeinflussen ihrerseits auch die Spulen. Selbstinduktion und Kapazität des elektrischen Kreises nehmen andere Werte an als sie sollen. Ebenso wenn z. B. die Membran des Telefons sich ändert. Dadurch kann aber der Stromstoß auch zeitlich verschoben werden, wodurch der Airysche „Hemmungsfehler“ hervorgerufen würde. Vermutlich werden diese Einflüsse sehr gering sein. Sollten sie sich als störend erweisen, so ließe sich leicht Abhilfe schaffen. Man braucht nur statt einer photoelektrischen Zelle mit Verstärker deren zwei anzubringen, von denen die eine den Strom liefert für das freie Pendel, die andere die Hilfsuhr antreibt. Das bedeutet allerdings eine Preiserhöhung, aber der Preis scheint bei dieser Uhrenanlage nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. — Veröffentlichungen über die Gangergebnisse der Uhr liegen noch nicht vor. Man darf gespannt sein, ob die Uhr, bei der wesentliche Fehlerquellen so sorgfältig umgangen sind, den neuerlichen Genauigkeitsanforderungen der Astronomen (0,002 — 0,003 sec im Tage!) gerecht wird.

2. Das freie Pendel von W. H. Shortt von der Synchronome Co. Ltd. Bei dieser Anlage

ist Auslösung und Antrieb mechanisch-elektrisch. Die Ausführung ist viel einfacher, so daß das freie Pendel in luftdichtem Gehäuse mit Hilfsuhr, also die vollständige Anlage nur etwa 4000-5000 RM. kostet, während die vorher beschriebene Anlage sicher ein Mehrfaches dieses Preises kosten wird. Entsprechend ist auch die Aufstellung und Bedienung der englischen Uhr einfacher.

Um die Wirkungsweise dieser Uhr zu erklären, gehen wir von der Arbeitsweise aus, die die Synchronome Co. für ihre elektrischen Mutteruhren anwendet. (Abb. 2.) Das Pendel trägt im Abstände von etwa einem Fünftel der Länge, vom Drehpunkt aus gerechnet, einen zarten Hebel *B*, der bei jeder Rechtsschwingung einen Zahn des Steigrades *C* mitnimmt. Das Rad hat 15 Zähne, dreht sich also in 30 sec einmal. Mit dem Rade fest verbunden ist ein Flügel *D*, der bei jeder vollen Drehung des Rades die Sperrklinke *K* auslöst. Diese läßt nun den in *F* ge-

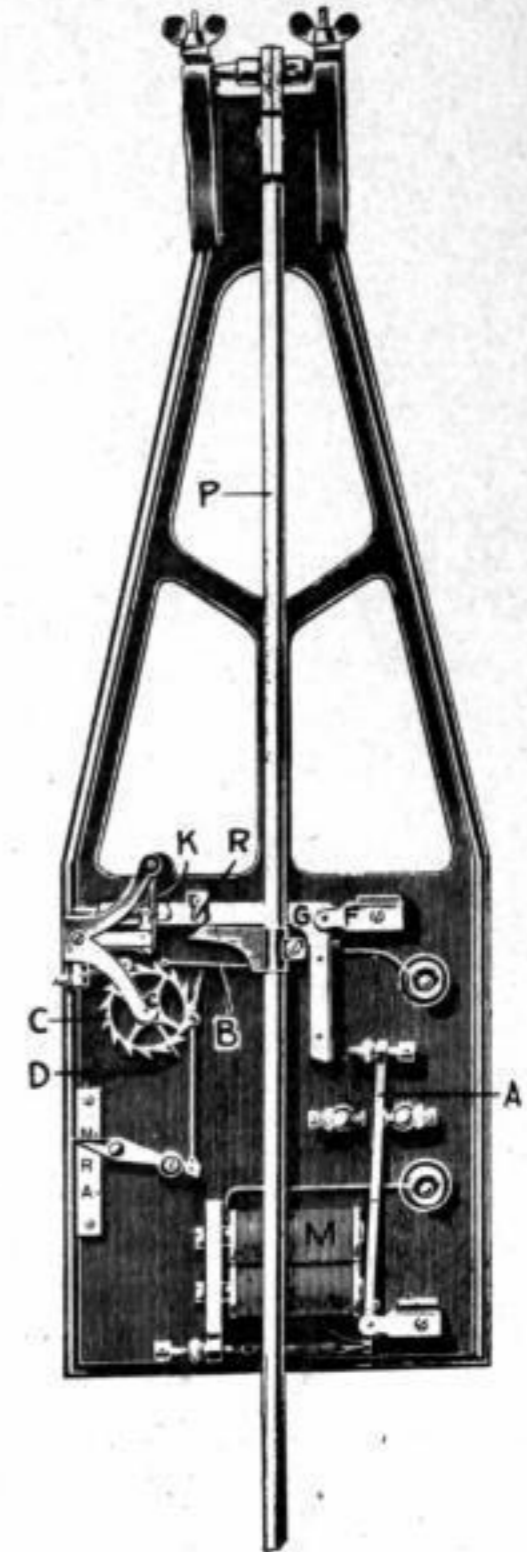


Abb. 2