

müssen sich aber meiner Ansicht nach völlig ausgleichen. Dies gibt ja Prof. Bock auch zu, doch heißt es, daß die Gewichtsmassen einen größeren Bogen beschreiben, also eine größere Winkelbewegung machen als die Unruh-schenkel. Dies ist in der Tat ja aus der Abbildung 2 erkennbar, denn der Reifen bleibt mit der Schraube anfänglich zurück und schießt am Ende sozusagen über das Ziel hinaus. Mir will aber nicht einleuchten, daß hierdurch notgedrungen eine zeitliche Verzögerung der ganzen Unruh-schwingung resultieren müßte.

Wenn man auch als wahrscheinlich anerkennt, daß zu Anfang der Rotation eine Verzögerung durch die Trägheit der Massen hervorgerufen wird, so sollte man meinen, daß durch die nachher einsetzende Beschleunigung, die durch die Beharrung der Massen entsteht, die anfängliche Verzögerung wieder ausgeglichen wird. Wenn man nun zugibt, daß eine geringe Bewegung der absichtlich übertrieben hoch gezeichneten Schraubenköpfe, wie sie in den Abbildungen 1

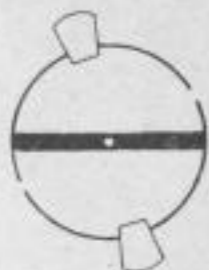


Abb. 5

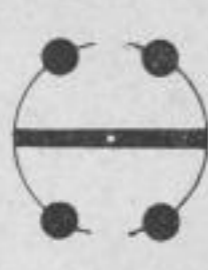


Abb. 6

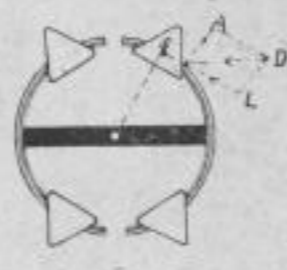


Abb. 7

und 2 dargestellt sind, dadurch entsteht, daß der Trägheits-halbmesser bis zum Schwerpunkt der Schraube erheblich länger ist als der Halbmesser des Unruh-reifens, so muß man doch wiederum erkennen, daß bei Unruhen mit flacheren Schraubenköpfen, wie sie in der Abbildung 3 gezeichnet sind und mehr der Wirklichkeit einer feinen Präzisionsunruh entsprechen, die beiden Halbmesser fast gleich groß sind. Dadurch wird die Kraft, mit der die Trägheit der Schraube ein Übergewicht über die Steifheit (Elastizität) des Unruh-reifens erlangen soll, so gering, daß sie m. E. für die Praxis des Regleurs unberücksichtigt bleiben kann. Die ganze Sache würde dann eine Frage der wissenschaftlichen Spekulation sein, die man wohl auf dem Papier in Formeln einkleiden kann, die aber für die Praxis nicht verwertbar sein werden. Dies wird besonders dann nicht möglich sein, wenn es sich um Unruhen mit vielen Massenschrauben und vielen Schraubenlöchern handelt, denn diese vielen Durchbohrungen des Reifens beeinflussen sehr die Steifigkeit (Elastizität) und die Trägheit des Reifens, so daß richtige Zahlenwerte hierfür kaum festzustellen sein werden.

Betrachtet man nun statt der Unruh mit Massenschrauben, wie in der Abbildung 3, eine Chronometerunruh mit Gewichtsmassen, wie in der Abbildung 4, so sieht man, daß der Halbmesser des Reifens ebenso groß ist wie die Entfernung des Schwerpunktes oder des Trägheits-halbmessers der Massen, und man wird nicht mehr erkennen, daß der Reifen durch die Trägheit der Massen nach außen oder nach innen durchfedern muß, wie dies bei der Abbildung 1 mit dem weit außerhalb liegenden Schwerpunkt der Fall war.

Bei der Trapezform der früher üblichen Massengewichte, wie sie in der Abbildung 5 dargestellt ist, würde man ähnliche Verhältnisse wie bei der Unruh der Abbildung 1 anerkennen müssen, da der Schwerpunkt bei der Trapezform noch weiter außen liegt als bei der Zylinderform der Schrauben. Die alten Chronometermacher wählten diese Form, um die Massen möglichst weit vom Reifenschnitt anbringen zu können, weil dadurch der sogenannte sekundäre Kompensationsfehler sich weniger bemerkbar machte. Die größere Steifigkeit der kürzeren Reifensbogen verhindert dann das Durchfedern derselben, und die Trägheit der Gewichts-

massen kann nicht solch eine Wirkung ausüben, wie sie in der Abbildung 2 angedeutet ist.

Bei einer ganz modernen, heute fast nur noch verwendeten Chronometerunruh aus Nickelstahl, bei der die Gewichtsmassen so wie in der Abbildung 6 verteilt sind, kann man sich einen verzögernden Einfluß auf die Schwingungsdauer gar nicht mehr vorstellen, denn erstlich sind die einzelnen Massen geringer an Gewicht und die Reifen nur kurz, ferner bewirkt die Trägheit, daß bei jeder halben Schwingung schon ein Ausgleich stattfindet, denn um so viel, wie das eine Gewicht nach außen schwingt, muß das andere nach innen schwingen vermöge seiner Trägheit. Ich bezweifle aber, daß es überhaupt zum Durchfedern der kurzen Reifensbogen kommt, soweit die Trägheit der Massen hierbei in Frage kommt.

Die Fliehkraft bleibt natürlich als Ursache für die Ausdehnung der Reifen bestehen und soll später noch besprochen werden.

Die Formeln, die den Einfluß der Massenträgheit auf die Zeitdauer der Unruh-schwingung ausdrücken, berücksichtigen nur die freie Unruh-schwingung, ohne den Einfluß, den die Hemmung auf die Trägheit der Massen ausübt, in Betracht zu ziehen. Dieser Einfluß hätte aber doch eigentlich ganz besonders mit in Rechnung gezogen werden müssen, da die Einwirkung der Hemmung sowohl während der Auslösung (als plötzlich eintretender Widerstand), als während des Antriebes (als plötzlich eintretende Kraftvermehrung) auftritt. Auf plötzlich eintretende Kraft- bzw. Geschwindigkeits-Vergrößerung sowohl wie -Verringerung werden aber die Gewichtsmassen ganz besonders reagieren, so daß dies meiner Ansicht nach auch in den Formeln hätte Ausdruck finden müssen.

Die hochinteressanten mathematischen Entwicklungen von Phillips über den Isochronismus der Spiralfeder haben durch ihr verblüffend einfaches Endergebnis, auf das die langen Berechnungen schließlich hinauslaufen, wohl manchen Uhrentechniker längere Zeit so gefesselt, daß sie die Philippschen Endkurven für die in der Regulier-technik einzig richtigen und verwendbaren gehalten haben. Prof. Strasser war, als ich noch zu seinen Schülern zählte, auch Anhänger dieser Idee, bis man leider herausfand, daß die Philippschen Theorien nur für die frei schwingende Unruh und Spiralfeder richtig waren, daß sie aber für die Praxis des Regleurs nicht richtig sein konnten, weil sie den Einfluß der Hemmung nicht in Rechnung gezogen hatten. Das Regulieren der Uhren ist deswegen nicht eine Wissenschaft geworden, wie manch einer nach den Philippschen Berechnungen anfangs gedacht hat, sondern es ist Erfahrungssache und — „Uhrmacherkunst“ geblieben. Die Wissenschaft hat aber doch die Kunst gefördert, denn man tappte in manchen Dingen der Feinregulierung nicht mehr so im Dunkeln herum, sondern die Versuche wurden zielbewußter ausgeführt.

Nun weiß man ja, daß die Gewichtsmassen der aufgeschnittenen Unruh-reifen nach dem Gesetze der Fliehkraft nach außen schwingen und dadurch der Isochronismus (wenigstens der theoretisch von Phillips errechnete Isochronismus) gestört wird. Herr Prof. Dr.-Ing. H. Bock sagt dies ja auch im dritten Absatz seines Artikels in Nr. 35. Nun besteht aber die Gegenansicht vom Standpunkt des Praktikers aus, wonach die Zeitdauer der Unruh-schwingung von der Hemmung ebenfalls in anisochroner Weise beeinflusst wird, aber im entgegengesetzten Sinne, so daß ein Ausgleich stattfinden kann. Man beachte hierüber z. B. Prof. Strassers Ansicht, die im Jahrgang 1907 der Deutschen Uhrmacher-Zeitung, sowie in dem von L. Loeske herausgegebenen „Praktischen Hilfsbuch für Uhrmacher“ (1910) ausgesprochen worden ist. (Schluß folgt)