

bin ich in der Lage, dafür garantiren zu können, dass der wahrscheinliche Kompensationsfehler dieser Pendel die Grösse von  $\pm 0,005$  Sekunden pro Tag und  $\pm 1^\circ$  Temperaturunterschied nicht überschreiten wird.

Eine nachträgliche Berichtigung der Kompensation fällt daher hier weg, während bekanntlich bei allen anderen Pendeln eine solche nothwendig ist, theils, weil die Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien keineswegs für jeden einzelnen Fall thatsächlich ermittelt, sondern lediglich willkürlich angenommen werden, andererseits aber auch deshalb, weil keine der bis jetzt bekannten Formeln für die Kompensationsberechnung ein genaues Resultat ergeben kann, da dieselben wesentliche Einflüsse, insbesondere den des Gewichtes der einzelnen Theile des Pendels, unberücksichtigt lassen. Die Formeln stützen sich auf die Voraussetzung, dass diese Aufgabe auf rein geometrischem Wege zu lösen sei, während eine exakte Lösung derselben doch nur mit Hilfe der Mechanik möglich ist.

Es dürfte kaum am Platze sein, hier auf die sehr umfangreichen und ziemlich komplizirten Rechnungen nach der von mir angewendeten Methode näher einzugehen. Eine Veröffentlichung derselben soll indess später entweder in einem mathematischen Fachjournal oder in einer besonderen Schrift erfolgen; hier will ich nur erwähnen, dass die ganze Berechnung darauf hinausgeht, bei gegebenen Dimensions- und Gewichtsverhältnissen der Quecksilbersäule und des Stahlrohres das für den jeweiligen Ausdehnungskoeffizienten des letzteren zulässige, resp. erforderliche Linsengewicht zu ermitteln, zu welchem Zwecke sowohl die statischen als auch die Trägheitsmomente der sämtlichen Theile des Pendels zu ermitteln sind und zwar für verschiedene Temperaturen.\*)

Von diesen Pendeln ist bereits eine grössere Anzahl ausgeführt, wovon einige schon länger als ein Jahr im Gange sind. Die exakte Wirkung dieser von mir auf rein theoretischem Wege gefundenen Kompensation ist hierbei durch die in verschiedenen Temperaturen ermittelten Gangresultate vollständig bestätigt worden.

Die Regulirung dieser Pendel, welche auf die Kompensation selbstverständlich nahezu ohne Einfluss ist, kann auf dreierlei Art ausgeführt werden:

1. Die grobe Regulirung durch Auf- und Abwärtsschrauben der Linse;
2. eine feinere Regulirung durch Auf- und Abwärtsschrauben der Korrektionscheiben;
3. die ganz feine Regulirung durch Anwendung von Zulagegewichten.

Die letzteren werden auf einen an einer bestimmten Stelle des Pendelrohres angebrachten Becher aufgelegt. Ihre Form und Grösse ist so gewählt, dass sie bequem aufgelegt oder abgenommen werden können, während das Pendel ununterbrochen fortschwingt. Das Gewicht derselben steht in einem bestimmten Verhältniss zum statischen Moment des Pendels und ist so bemessen, dass das Zulagegewicht dem Pendel innerhalb 24 Stunden eine bestimmte Beschleunigung ertheilt, deren Grösse in Sekunden ausgedrückt auf jedem Zulagegewicht markirt ist.

Jedem Pendel werden beigegeben: Zulagegewichte aus Neusilber für eine tägliche Acceleration von je 1 Sekunde, ferner solche aus Aluminium für eine Acceleration von 0,5 und 0,1 Sekunden.

Eine an der Rückwand des Uhrenkastens anzubringende Metallklappe umklammert, wenn sie in die Höhe geschlagen ist, das Pendel dergestalt, dass dasselbe gegen Drehbewegung geschützt ist, wenn es regulirt wird. Ferner ist zur Ablesung des Schwingungsbogens am untersten Ende des Pendels ein Zeiger angebracht.

Die wesentlichen Vorzüge dieses Pendels gegenüber den bisherigen Quecksilber-Kompensationspendeln sind folgende:

1. folgt dasselbe schneller den Temperaturänderungen, weil hier ein geringeres Quecksilberquantum auf eine grosse Länge des Pendelstabes vertheilt ist, während dort die gesammte, wesentlich grössere Quecksilbermasse in einem Gefäss am untersten Ende des Pendelstabes sich befindet;
2. aus diesem Grunde haben hier auch etwaige Ungleichheiten der Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen des Pendels keinen so störenden Einfluss wie bei jenem Pendel;
3. wird dasselbe durch die Veränderung des Luftwiderstandes nicht so stark beeinflusst als jenes, weil die Hauptmasse des Pendels eine linsenförmige Gestalt hat und daher die Luft leicht durchschneidet;
4. sind diese Pendel schon kompensirt und fällt daher die bei allen anderen Kompensationspendeln nothwendige und meistens nur durch langwierige Versuche zu erreichende Korrektur der Kompensation weg. \*\*)

\*) Die Richtigkeit der von mir für das Pendel No. 21 durchgeführten Berechnung ist zum Zwecke der Vorlage beim amerikanischen Patentamt sowohl durch den Direktor der Münchener Sternwarte, Herrn Prof. Dr. Seeliger, als auch durch Herrn Prof. Dr. Leman, Mitglied der physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg, bestätigt worden. Die Bestätigung durch letztgenannten Herrn lautet: »Vorstehende Rechnung ist von mir kontrolirt und richtig befunden worden; demnach ist die daraus gezogene Schlussfolgerung, dass die vorliegende neue Pendelkonstruktion, welche den älteren Quecksilberpendeln gegenüber erhebliche Vorzüge besitzt, eine für alle praktischen Bedürfnisse vollkommen ausreichende Kompensation gegen Temperatureinflüsse aufweist, als zutreffend anzuerkennen.

Charlottenburg, 27. Juni 1892.

(gez.) Prof. Dr. Leman,

Mitglied der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

\*\*) Nähere Auskunft über Bezug und Preise dieser Pendel erteilt die Fabrik mathematischer Instrumente von Clemens Riefler in München. D. Red.

### Windfang mit selbstthätig regulirender Umlaufgeschwindigkeit.

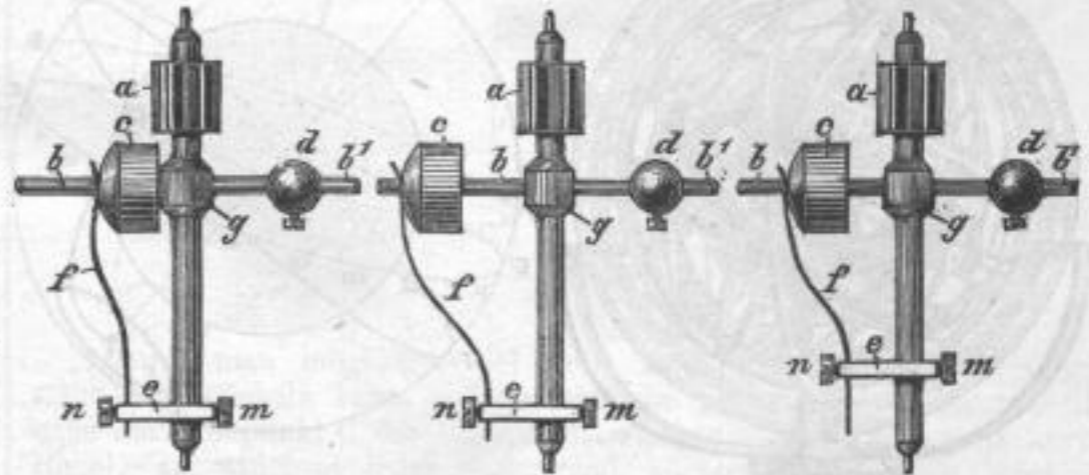
Bei allen Laufwerken mit gewöhnlichem Windfang übt bekanntlich die Veränderung der Triebkraft einen sehr beträchtlichen Einfluss auf die Schnelligkeit des Ablaufens aus. Man kann dies am besten an den durch Federkraft betriebenen grösseren Musikwerken beobachten, die, wenn sie ganz aufgezogen sind, in der Regel zu schnell spielen und erst allmählig in das richtige Tempo kommen, wenn sie nicht gar — wie dies auch bisweilen vorkommt — zum Schluss, kurz vor dem Ablaufen, um ebenso viel zu langsam werden, wie sie anfänglich zu schnell spielten.

Um diesem Uebelstand abzuwehren, hat der Uhrenfabrikant Adolf Hummel in Freiburg (Baden) einen neuen Windfang konstruirt, der an die bei Dampfmaschinen verwendeten Regulatoren erinnert, indem er, wie die letzteren, durch die Wirkung der Centrifugalkraft eine selbstthätige Regelung der Ablaufgeschwindigkeit herbeiführt. In nachstehenden Zeichnungen ist ein derartiger Windfang in drei verschiedenen Stellungen seiner regulirenden Theile dargestellt.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.



Auf der Welle des Windfangtriebes a, Fig. 1, 2 und 3, befindet sich ein Putzen g mit zwei einander gegenüberliegenden Armen b b'. Auf den Arm b ist ein leicht verschiebares Gewicht c lose aufgesetzt, und auf dem Arm b' sitzt, mittelst einer Klemmschraube befestigt, ein Gewicht d in solcher Entfernung von der Drehaxe des Windfangtriebes, dass es dem Gewicht c ungefähr das Gleichgewicht hält. An dem dem Triebe a entgegengesetzten Ende der Welle ist ein Querarm e mittelst der Klemmschraube m befestigt. In diesem sitzt eine schwache Feder f, welche die Stange b gabelförmig umschliesst und das Gewicht c stets gegen den Putzen g hin zu drücken bestrebt ist. Die Feder f lässt sich in dem Querarm e verschieben und in passender Länge durch die Schraube n feststellen.

Fig. 1 zeigt den Windfang im Ruhezustand. Das Gewicht c liegt unter dem leichten Druck der Feder f an dem Putzen g an. Sobald jedoch der Windfang in Umdrehung versetzt wird, äussert sich die Centrifugalkraft — je nach der mehr oder weniger schnellen Umdrehung des Windfangs, wie sie durch eine mehr oder weniger grosse Triebkraft bedingt wird — in der Weise, dass das lose auf dem Arm b sitzende Gewicht c sich mehr oder weniger von dem Putzen g entfernt und dadurch die Schnelligkeit des Ablaufens in demselben Masse vermindert.

Fig. 2 zeigt die Stellung des Gewichtes c während der Umdrehung des Windfangs. Wird allmählig oder plötzlich die treibende Kraft kleiner, sodass die Umdrehungen des Windfangs langsamer zu werden beginnen, so lässt auch sofort die Stärke der Centrifugalkraft nach, und die Feder f drückt das Gewicht c näher an den Putzen g, sodass es also an einem kürzeren Hebel wirkt und die Umdrehung des Windfangs sich augenblicklich wieder beschleunigt.

Um die hemmende Kraft des Windfangs in bequemer Weise regulirbar machen, d. h. einem bestimmten Laufwerk anpassen zu können, ohne an der Masse der Gewichte c und d etwas verändern zu müssen, ist der Querarm e auf der Triebwelle und die Feder f in dem Querarm e verschiebbar gemacht. Soll der Ablauf des Werkes ein schnellerer sein, so braucht man blos die Schrauben m und n des Querarms e zu lösen und den letzteren etwas näher gegen den Putzen g zu schieben, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, worauf man die genannten beiden Schrauben wieder festschraubt. Der wirkende Theil der Feder f ist hierdurch um die Strecke der ausgeführten Verschiebung verkürzt und die Kraft der Feder somit entsprechend verstärkt. Dadurch setzt sie der Gegenwirkung der Centrifugalkraft einen grösseren Widerstand entgegen und das Gewicht c wird sich infolge dessen bei der Umdrehung des Windfangs nicht mehr so weit nach aussen verschieben, wie vorher, sondern nur etwa so weit wie in Fig. 3; es wirkt demnach an einem kürzeren Hebel und das Werk wird schneller ablaufen. Selbstverständlich muss in solchem Falle auch das Gewicht d auf dem Arme b' entsprechend näher an die Welle des Windfangs gerückt werden.

Vorausgesetzt, dass die beschriebene Konstruktion richtig ausgeführt ist, sodass sie zuverlässig funktioniert, scheint die beabsichtigte Wirkung mit diesem Windfang zweifellos erreicht zu werden; ein besonderer Vortheil liegt insbesondere darin, dass der Windfang im Ruhezustande einen ganz geringen Widerstand bietet, wodurch der erste Anlauf sehr erleichtert wird.