

Ueber die Kompensation an Pendeluhrn, Taschenuhren und Schiffs- Chronometern.

I.



ur mit sehr wenigen Ausnahmen findet die Regulirung der zur Einteilung der Zeit dienenden Maschinen durch ein mehr oder weniger schweres Gewicht statt, welches in einem mehr oder weniger grossen Bogen um seinen Bewegungsmittelpunkt schwingt.

In den Standuhren wird die Regulirung durch ein Pendel erreicht, welches dem Gesetz der Schwerkraft unterliegt, während dies bei Taschenuhren durch eine Unruh geschieht, deren Schwingungen nicht von dem Gesetz der Schwerkraft, sondern von dem Einfluss einer feinen Feder, der Spiralfeder, abhängig sind.

Da die Bewegung des Räderwerks nur dann geschieht, wenn einem Zahn des Hemmungsrades der Durchgang gestattet ist, und dies nur durch die bei der Schwingung der regulierenden Masse — sei es Pendel oder Unruh — hervorgerufene Auslösung stattfindet, so wird man leicht begreifen, dass eine Gleichmässigkeit in Bezug auf das Fortrücken der Zeiger nur dann stattfinden kann, wenn diese Schwingungen in genau denselben Zeitabschnitten erfolgen. Verschiedene Umstände treten nun hinzu, die eine absolute Gleichheit dieser Zeitabschnitte verhindern, und jede Einrichtung, welche darauf abzielt, die Bewegung der regulierenden Masse gleichmässig zu erhalten oder die Regulirung der Bewegung vollkommener zu machen, müssen wir mit dem Begriff „Kompensation“ oder „Ausgleichung“ bezeichnen.

Dieser Begriff ist ein sehr weiter und allgemein ausgedehnter; denn es giebt ausserordentlich viele verschiedene Umstände in Betracht zu ziehen, welche auf den Gang einer Uhr Einfluss ausüben. Jedenfalls ist es indes nützlich, der folgenden Zusammenstellung einige Aufmerksamkeit zu schenken. In dieser Aufstellung finden sowohl die in erster Linie wirkenden, als auch die in zweiter Linie in Betracht zu ziehenden Einflüsse Berücksichtigung.

I. Abteilung.

1. Treibende Kraft (Gewicht, Feder u. s. w.).
2. Isochronismus.
3. Temperaturunterschiede (Wärme und Kälte).

II. Abteilung.

1. Atmosphärischer Druck.
2. Elektrizität und Magnetismus.
3. Feuchtigkeitsgehalt der Luft.
4. Acceleration oder stufenweise Beschleunigung.
5. Schwerkraft; Verschiedenheit der Anziehungskraft der Erde.

Sowohl die bekannte Schnecke*) und Kette der Spindeluhren, der englischen Cylinder- und Ankeruhren als der Taschen- und See-Chronometer als auch die grosse Familie der unter dem Namen „Hemmungen mit beständiger (konstanter) Kraft“ oder „Nachspannung (Remontoir)“ bekannten Gangmechanismen wurde nur eingeführt, um die Ungleichmässigkeit der bewegenden Kraft bei der Entwicklung einer zusammengewundenen Feder aufzuheben. Später brach sich mehr und mehr die Eisenbahn, dass in Uhren, die für den gewöhnlichen oder sogenannten bürgerlichen Gebrauch bestimmt sind, bei denen also eine so grosse Genauigkeit nicht erforderlich ist, weniggleich die bewegende Kraft (Zugfeder) noch immer fern von Gleichmässigkeit ist, so doch genügend zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden, wenn die Feder so zu dem Federhaus gepasst ist, dass dieselbe sich etwa ein bis zwei Umgänge mehr aufziehen lässt, als für das Werk gebraucht werden.

Bei den Hemmungen mit reibender Ruhe, wie z. B. beim Cylindergange, Duplexgange u. s. w., wächst der Widerstand der Unruh in denselben Verhältnisse, als der Druck der Zähne des Hemmungsrades auf die Achse der Unruh zunimmt, so dass wir es hier mit einer sozusagen natürlichen Kompensation zu thun haben, welche annähernd den Unterschied in der bewegenden Kraft ausgleicht.

Streng genommen sollte unter Isochronismus alles das verstanden werden, was zur Kompensation beiträgt, denn alles, was wir verlangen, ist, dass jede Schwingung genau dieselbe Zeitdauer einnimmt. Indes wird dieser Ausdruck fast ausschliesslich nur angewendet, wenn auf die Grundbedingung Bezug genommen wird, dass die Dauer einer jeden Schwingung (klein oder gross) unabhängig von der Schwingungsweite des beschriebenen Bogens sei.

Ein Pendel, dessen Schwingungen isochron sein sollen, muss seine Schwingungen in einer Cykloidekurve vollbringen. Ist aber der zurückgelegte Weg ein Kreisbogen, wie beim Pendel mit Faden-Aufhängung, so nehmen die grossen Schwingungen einen längeren Zeitraum oder Zeitdauer in Anspruch als die kleinen.



ersuche von Winnerl und Laugier haben dargethan, dass die Länge und Stärke der Aufhängungsfeder und das Gewicht der Pendellinse zu einander in gewissem Verhältnis stehen müssen, wenn Isochronismus der Pendelschwingungen erreicht werden soll. Ferner bestätigt auch Dr. Hipp, dass die Hemmung, die Aufhängungsfeder u. s. w. ebenso zu einander in gewissem Verhältnis stehen müssen. — Eine neue Art, die Bewegungen des Pendels isochron zu machen, war auf der Weltausstellung 1851 in London von Loseby ausgestellt, doch zeigte sich später bei Versuchen, dass sie nicht wirkte.

Die Länge der Spiralfeder eines See-Chronometers oder einer Taschenuhr soll so bemessen sein, dass ihre Spannkraft genau im Verhältnis zu dem Winkel steht, den die Unruh bei ihren Schwingungen beschreibt; ist dies der Fall, so sind die Schwingungen isochron. Dies findet meist statt bei cylindrischen Spiralfedern mit acht Umgängen und bei flachen mit zwölf Umgängen. Bei mehr Umgängen wird die Unruh die grösseren Bewegungen langsamer machen als die kleineren, und mit weniger Umgängen wird das Gegenteil stattfinden.

Ueber den Einfluss der Elektrizität und des Magnetismus auf den Gang der Uhren ist nur wenig bekannt gegeben worden. Im Jahre 1820 wurden Versuche von Fischer und Barlow gemacht, 1824 von Harvey, 1833 von Arnold und Dent u. a.

Ein auffälliger Gang der See-Chronometer ist häufig beobachtet worden, wenn die Instrumente von der Sternwarte an Bord des Schiffes gebracht wurden; man hat dies früher allgemein dem Magnetismus des Schiffes zugeschrieben. Delamarche und Ploix stellten indessen durch Versuche fest, dass diese Ursache nicht genügend sei, einen so grossen Unterschied hervorzubringen. Man weiss, dass, wenn die Atmosphäre mit Elektrizität angefüllt ist, d. h. wenn sie sich in Spannung befindet, ein Schiffs-Chronometer ebensolche Abweichungen wie die Magnetnadel aufweist, meist eine Beschleunigung des Ganges bewirkend. Dasselbe findet bei magnetischen Stürmen (Nordlicht) statt.

Wenn ein tannener oder feichtener Pendelstab in einer Uhr verwendet ist, der nicht besonders zubereitet wurde, so wird er sich in feuchter Luft, infolge der Einwirkung der Feuchtigkeit ausdehnen, die Uhr wird dann nachgehen.

Bei See-Chronometern ist feuchte Luft insofern nachteilig, als sich an allen feil polierten Teilen Oxyd oder Rost aussetzen wird. Der Chronometermacher Dent nimmt an, dass eine von Oxyd oder Rost — sei es auch noch so wenig — angehauchte Spiralfeder von ihrer Elastizität verlieren wird, und dass dies eine der Ursachen der so vielfach zu bemerkenden Acceleration (Beschleunigung des Ganges) bei See-Chronometern sei, eine Beschleunigung, die bei einzelnen Uhren selbst noch nach zwei Jahren 4 bis 5 Sekunden täglich betrug. M. Robert hingegen glaubt diese Beschleunigung dem Verdicken des Oeles zurechnen zu können.

C. Frödsdham nimmt mit vielem Recht als Ursache der Gangbeschleunigung (Acceleration) eine Molekularveränderung in der Feder an, man sagt, die neue Feder „setzt sich“, d. h. der Stahl verliert die innere Spannung und gelangt in einen Zustand der Gleichmässigkeit; während Villarecau nachwies, dass unter gewissen Bedingungen die Ursache in dem Widerstand der Unruhzapfen liegen kann, wodurch teilweise auch Robert's Ansicht bestätigt wird.

Schliesslich verursacht auch der Unterschied in der Schwerkraft oder Anziehungskraft der Erde unter verschiedenen Breitengraden und unter verschiedenen Höhen, einen Unterschied im Gange der Pendeluhrn, indes ist dieser Einfluss wenig oder gar nicht an Uhren wahrzunehmen, die durch die Unruh reguliert werden).

Die Formel für die Dauer einer Pendelschwingung zeigt, dass die Schwingung beeinflusst wird — unter sonst gleichen Umständen — entgegengesetzt zu der Quadratwurzel des Wertes der Schwerkraft, so dass eine Zunahme der Schwerkraft, in geometrischer Formel ausgedrückt, den Gang der Pendeluhr arithmetisch beschleunigt.

Darin man indes auch der Unterschied in der Centrifugalkraft mit enthalten sein, welche durch die Umdrehung der Erde hervorgerufen, an dem Pole gleich Null ist, nach dem Aequator zu gleichmässig zunimmt und unter diesem ihren Höhepunkt erreicht; indessen mag es selten vorkommen, dass dieser Einfluss in Berücksichtigung gezogen wird.

1) Anmerkung. Ein Unterschied im Gange der Taschenuhren ist insofern wahrgenommen worden, als Präzisions-Taschenuhren, welche in Genf z. B. genau reguliert waren, sowohl in Rotterdam als auch in London neu reguliert werden mussten, und zwar bewegten sich diese Differenzen zwischen + 1 bis 4 Sekunden täglich. Glashütter Uhren dagegen, welche in der Fabrik genau reguliert waren, zeigten in Madrid Differenzen von $- 1\frac{1}{2}$ bis 4 Sekunden täglich; indessen waren diese Unterschiede nicht bei allen Präzisionsuhren gleichmässig wahrzunehmen. Auch können die Ursachen verschiedener Art sein, abgesehen von den verschiedenen Breitegraden und der Höhenlage der Orte.



Quelle: Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst Nr. 4 v. 15. Febr. 1898 S. 37

Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst Nr. 6 v. 15. März 1898 S.56