

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Beharrungszustand

[urn:nbn:de:bsz:31-270970](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270970)

gleichen Werth hat und (so lange der Schwingungswinkel klein ist) unabhängig ist von der Intensität, mit welcher der Motor einwirkt. Ist diese Intensität gross, so tritt ein Beharrungszustand mit grossem Schwingungswinkel ein, ist diese Intensität klein, so tritt ein Beharrungszustand mit kleinem Schwingungswinkel ein. War die Intensität des Motors veränderlich (und z. B. abnehmend, wie bei einer Stahlfeder), so tritt ein Bewegungszustand mit veränderlichen Schwingungswinkeln ein, aber dennoch bleibt die Schwingungszeit unveränderlich.

Da die Unveränderlichkeit der Schwingungszeit doch nicht mathematisch genau ist, so kann eine Uhr nur dann einen möglichst unveränderlichen Gang annehmen, wenn die Konstruktion der Uhr einerseits und die treibenden wie hindernden Kräfte eine merkliche Veränderung nicht erleiden; daher eine äusserst genaue Ausführung aller Bestandtheile und sorgfältige Zusammensetzung derselben unerlässlich, denn nur bei einer so vollkommenen Ausführung werden die verschiedenen Bewegungshindernisse so klein sein, dass eine äusserst schwache Einwirkung des Motors genügt, werden also die wechselseitigen Pressungen der Bestandtheile so klein sein, dass eine Abnützung und Deformirung kaum eintritt, wird sich also der ursprüngliche Zustand der Konstruktion beinahe vollkommen conserviren und ein sich gleich bleibender Gang der Uhr erhalten. Diese sorgfältige Einrichtung und Ausführung der Uhr ist die Aufgabe des Mechanikers, aber das, was einen solchen Mechanismus zu einer Uhr macht, ist doch der sich von selbst einstellende Beharrungszustand. Wenn sich ein solcher Zustand nicht von selbst einstellte, würde kein Mechaniker im Stande sein, eine Uhr mit länger dauern- dem gleichförmigem Gang herzustellen. Der Mechaniker hat nichts zu machen, dass ein Beharrungszustand eintritt, sondern er hat nur dafür zu sorgen, dass der von selbst eintretende Beharrungszustand von der Art ist, dass sich in demselben das ganze Werk möglichst unveränderlich erhält. Es verhält sich also bei einer Uhr wie bei jeder Maschine, auch da tritt von selbst ein Beharrungszustand ein und der Mechaniker hat nur dafür zu sorgen, dass dieser Beharrungszustand von gewisser Art sei.

Berechnung des Beharrungszustandes.

Was im Vorhergehenden mit Worten erklärt wurde, kann auch auf folgende Weise durch Rechnung nachgewiesen werden.

Es sei:

F , die auf den Umfang des Hemmrades reduzierte Kraft des Motors (Feder oder Gewicht), d. h. die Kraft, mit welcher der Umfang

des Hemmrades durch den Motor getrieben wird oder auch der Druck des Radzahnes gegen den Hemmungsbestandtheil, wenn das Hemmrad ruht,

- M_1 die auf den Umfang des Hemmrades reduzierte Masse aller Uhrbestandtheile von der Treibaxe ab bis inklusive Hemmungsrad,
 s die Weglänge, durch welche der Zahn des Hemmrades vorrückt, während der Kraftersatz stattfindet,
 v die Geschwindigkeit am Umfang des Rades in dem Moment, wenn der Weg s durchlaufen ist, also am Ende der Zeit, während welcher der Kraftersatz stattfindet,
 α der Schwungwinkel des Pendels oder des Schwungrades im Beharrungszustande des Uhrganges,
 u die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher ein Schwung erfolgt.

Dies vorausgesetzt, schliessen wir nun wie folgt:

Der Motor entwickelt bei einem Schwung eine Wirkungsgrösse $F s$ und die Masse M_1 besitzt am Ende der Einwirkung des Motors eine lebendige Kraft $M_1 v^2$. Bei einem Schwung wird also dem Pendel durch den Motor nur eine Wirkung $F s - M_1 v^2$ mitgetheilt, und diese muss im Beharrungszustand gleich sein der totalen Wirkung aller Widerstände während eines Schwunges. Der mittlere Werth des Widerstandes kann ausgedrückt werden durch

$$a + a_1 u + a_2 u^2$$

wobei a, a_1, a_2 für eine bestimmte Uhr constante Grössen sind. Aber der Weg, durch welchen dieser Widerstand überwunden wird, ist offenbar dem Winkel α proportional. Die Wirkung, welche der Ueberwindung sämtlicher Widerstände während eines Schwunges entspricht, ist daher ein Ausdruck von der Form

$$\alpha (a + a_1 u + a_2 u^2)$$

Daher hat man die Gleichheit

$$\alpha (a + a_1 u + a_2 u^2) = F s - M_1 v^2 \dots \dots (1)$$

Allein für eine bestimmte Uhr sind die Geschwindigkeiten u und v dem Winkel α proportional, kann man also setzen $u = b \alpha$, $v = b_1 \alpha$, setzt man diese Werthe in (1), so nimmt diese Gleichung die Form an

$$\alpha (c + c_1 \alpha + c_2 \alpha^2) = F s - c_3 \alpha^2 \dots \dots (2)$$

wobei c, c_1, c_2, c_3 für eine bestimmte Uhr constante Grössen sind. Hieraus folgt

$$F = \frac{c_1 \alpha + c_2 \alpha^2 + c_3 \alpha^3 + c_4 \alpha^4}{s} \dots \dots \dots (3)$$

oder wenn man aus (2) α sucht, so findet man

$$\alpha = \text{Funct} (Fs) \dots \dots \dots (4)$$

Die Gleichung (3) bestimmt die Elastizitätskraft, welche die Feder besitzen muss, damit im Beharrungszustand der Bewegung ein Schwingungswinkel von einer gewissen Grösse α eintritt. Die Gleichung (4) dagegen bestimmt die Grösse dieses Schwingungswinkels, wenn die Elastizitätskraft der Feder bekannt ist.

Aus (3) sieht man, dass ein grosser Schwingungswinkel eine starke, ein kleiner Schwingungswinkel eine schwache Triebfeder erfordert. Zur Ausführung einer Uhr muss die passende Feder durch Versuche bestimmt werden.

Damit aber ein Beharrungszustand eintreten kann, sei es nun dass die Feder stark oder schwach wirkt, ist noch wesentlich der Anforderung zu entsprechen, dass der Kraftersatz nicht am Anfang, sondern am besten in der Mitte des Schwunges stattfindet. Denn wenn der Kraftersatz am Anfang des Schwunges stattfände, würde derselbe mit der Grösse des Schwingungswinkels nicht variabel sein, was durchaus nothwendig ist, damit ein Beharrungszustand eintreten kann.

Beschreibung mehrerer Uhrwerke.

Pendeluhr mit Ankerhemmung.

Fig. 5 und 6, Tafel XXV. *a a* das Gestell. *b c d* das Pendel. *d* die Aufhängung desselben mittelst einer Stahlfeder. *b* die Pendelstange. *c* der linsenförmige Pedelkörper. *e* eine Axe. *f* der daran befestigte Anker. *g* ein Mitnehmer, derselbe ist mit *e* verbunden und geht durch eine in der Pendelstange angebrachte Oeffnung. *h* das Hemmungsrade. *k* ein kleines Getriebe. *h* und *k* sind mit der Axe *i* verbunden. *l* ein Zahnrad. *m* das Gehäuse der als Motor wirkenden Spiralfeder. Wird diese Feder zusammengewunden, so sucht sie zunächst mittelst der Räder *l* und *k* das Hemmungsrade nach der Richtung des Pfeiles zu treiben. Allein wenn das Pendel ruht, entsteht hierdurch noch keine Bewegung, weil der Anker in die Zähne des Hemmungsrades eingreift und dessen Bewegung hemmt. Wird aber auch das Pendel in Bewegung versetzt, so be-