

der Uhr zu beeinflussen suchen. Es hängt indess der überwiegende Einfluss nach der einen oder anderen Seite mit den Endformen der Curve zusammen. So z. B. wird eine Spirale, deren Curve derartig gebogen ist, dass sie vom Befestigungspunkte an im grossen Bogen abgeht, und sich beim Abzweigungspunkte in einem flachen Bogen an den Spiralkörper anlegt, stärkeren Einfluss auf die Beschleunigung des Ganges ausüben, als eine solche, deren Curve in ihren Endformen gleich hohe Bögen zeigt, welche Erfahrung ich mehrfach gemacht habe. Die Begründung dieser Thatsache wird aus dem Folgenden erhellen.

Es lässt nämlich das fortwährende Sichausdehnen und Zusammenziehen der Spiralfeder nach einer weiteren, die Beschleunigung des Ganges beeinflussenden Factor entstehen.

Jede gebogene Feder hat das Bestreben, wenn sie hin und herbewegt wird, und dabei ihren Befestigungspunkt als Umdrehungspunkt hat, sich immer mehr in eine Formveränderung nach der gebogenen Seite, in der Richtung zum Umdrehungspunkt hin, zu begeben. Diesem Bestreben folgend, wird sich die Curve im Laufe der Zeit immer mehr zusammenbiegen und zwar wiederum am Befestigungspunkt mehr, als am Abzweigungspunkte.

Es wird aus dem Mitgetheilten erhellen, dass diese stattfindende Formveränderung der Curve einen beschleunigenden Einfluss auf den Gang ausüben muss, denn die Wirkung der grösseren Beugung des Curventheils am Befestigungsende, wird die schwächere am Abzweigungsende überwältigen, und erst recht, wenn die Curve in oben beschriebener Weise ausgeführt ist. Ein Acceleriren, eine Beschleunigung des Ganges tritt ein. Und zwar wird dieser Kampf, welchen die beiden Endformen der Curve durch die nach und nach eintretende Formveränderung und durch das wechselnde sich Erweitern und Zusammendrücken der Curve in ihren Beeinflussungen des Ganges mit einander führen, um so längere Zeit dauern, je kräftiger und standhafter die Gegner sind, (gehärtete Spirale) und umgekehrt nur kurze Zeit bei schwächeren, minder standhaften Gegnern (ungehärtete Spirale).

Freilich sind diese Prozesse dem Auge an der Feder selbst nicht wahrnehmbar, sondern nur durch Vergleichung und Beobachtung der Uhren aus den sich ergebenden Differenzen und Veränderungen zu erkennen.

Gehen wir nun zu der Rollencurve über, so finden wir zunächst, dass diese Curve in ihrer eigentlichen Biegung nur wenig Bewegung macht. An der Unruhe welle die Spiralfeder befestigt, wird diese Curve fast dieselbe Elongation haben wie die Unruhe oder die Unruheachse sie haben. An den Enden dieser Elongation wird, durch den zu überwindenden Widerstand der Windungen des Spiralkörpers verursacht eine kleine Erweiterung oder ein kleines Zusammendrücken der Curve stattfinden. Dem oben geschilderten Bestreben der gebogenen Federn gleichfalls folgend, wird sich auch diese Curve mit der Zeit etwas zusammenbiegen, und durch dieses Zusammenbiegen einen Einfluss auf den Gang zur Beschleunigung ausüben. Auch hier wird eine stärkere Spirale (gehärtete) von grösserer Beeinflussung sein, wie es eine schwächere (ungehärtete) ist.

Es wird aus dem Gesagten nun ersichtlich sein, dass das sogenannte Acceleriren eine Erscheinung ist, welche sich in ihrer Hauptursache auf die Spiralfeder zurückführen lässt, und zwar sind der Härtegrad in Verbindung mit der Form der Endcurven der Spirale, sowie das Bestreben der gebogenen Federn (Curven) bei fortwährender Bewegung um einen festen Punkt, ihre Form nach der gebogenen Seite zum festen Punkte hin zu verändern, Faktoren, welche einen bedeutenden Einfluss auf diese Erscheinung ausüben. Es treten jedoch dabei noch andere Factoren auf, die auch ihren Einfluss geltend zu machen suchen. So tritt z. B. bei heiterem Wetter die Acceleration stärker ein, als es bei trübem Wetter der Fall ist. Auch die eingangs erwähnte Veränderung der Lage der Compensationsarme (das Setzen) hervorgerufen durch die Bewegungen, welche diese Arme ursächlich der Einwirkung der Temperaturverschiedenheiten machen, mag nicht ganz ohne Einfluss sein; die Hauptursache ist jedoch nach meiner Meinung in der Spiralfeder selbst zu suchen.

Es würden nun die Fragen entstehen, erstens, ist diese störend auf die sofortige Dienstfähigkeit neuer Spiralfedern wirkende Eigenschaft nicht von Anfang an zu beseitigen, und die Antwort wird verneinend ausfallen. Zweitens: Ist denn nicht diese Eigenschaft von vornherein abzuschwächen? und die Antwort wird lauten, ja, d. h. bedingungsweise. Sehen wir, wie diese Abschwächung stattfinden kann: dadurch dass man den Endformen der Klobencurve möglichst gleiche hohe Biegungen giebt, und in Verbindung damit auf künstlichem Wege das Acceleriren abschwächt. Man setzt das fertig regulirte Chronometer gehend längere Zeit, 2—3 Wochen hindurch einer Temperatur von + 35—40° C. aus. Das Resultat, welches man erzielt, ist — ein ruhiger Gang, aber auf Kosten der Lebensdauer der Spiralfeder erzielt, denn der Process des Accelerirens vollzieht sich bei diesem Verfahren in stürmischer Weise, und erreicht man dabei Beschleunigungen bis zu 10 Sec. täglich. Es wird leicht begreiflich sein, dass ein solches Verfahren der Gesundheit der Spiralfeder nicht zuträglich sein kann. Denkt man sich in die Wirkung dieser Behandlung der Spiralfeder hinein, so findet sich folgendes: Die ausserordentliche Wärme erschläft die Spiralfeder und erleichtert durch dieses Erschlaffen das oben geschilderte successive Zusammenbiegen der Curve, und die eintretende Wirkung wird dieselbe sein, als ob der Process naturgemäss seinen Verlauf genommen hätte. Die Acceleration hört auf, eine stark störende Eigenschaft zu sein.

Ueberall aber, möge nun das Acceleriren auf künstlichem oder auf natürlichem Wege gehoben worden sein, immer noch findet ein schwaches Acceleriren statt, hervorgerufen durch die oben geschilderten Vorgänge in der Spirale, bis dass ein Wendepunkt eintritt, wo also wahrscheinlich die Curve ihre grösste Zusammenbiegung erreicht hat. Im weiteren Verlauf tritt dann wahrscheinlich ein Zerreißen der molekularen Verhältnisse des Stahles ein und damit eine Unfähigkeit länger zuverlässige Dienste zu leisten.

So weit möge mein Versuch gehen eine Erklärung einer Eigenschaft der Spirale zu geben, welche man bei Chronometern und Uhren anfäng-

lich mit in den Kauf zu nehmen gezwungen ist. Ich bitte um eine wohlwollende Aufnahme dieser Erklärung, und wiederhole zugleich die eingangs gestellte Bitte, um Niederlegung bezüglicher ähnlicher oder entgegengesetzter Beobachtungen und Erfahrungen an dieser Stelle.

Zur Compensation des Pendels.

Der in No. 10 und 11 erschienene Artikel des Herrn Professor Ljubomir Kleritj zur Theorie des physischen Pendels hat den Nachweis gebracht, dass eine vollkommene Compensation des Pendels nicht besteht.

So wichtig diese Abhandlung für die Theorie des Pendels ist, so wenig kann die Praxis aus derselben Nutzen ziehen, da über die Grösse des Fehlers, den ein, wie wir jetzt sagen müssen, unvollkommen compensirtes Pendel macht, in dem fraglichen Artikel nicht enthalten ist.

Welchen Ursachen sind die Erfolge eines Kessels, Tiede, Redier, Dencker u. A. zuzuschreiben? Soll man die Compensation überhaupt fallen lassen? Diese und andere Fragen treten unwillkürlich an uns heran. Trotz unser ganzes menschliches Schaffen und Handeln auf lauter Unvollkommenheiten basirt, wird es doch nöthig sein, das auszuführen, was der Vollkommenheit möglichst nahe kommt. Und wenn auch der unumstössliche Beweis der unvollkommenen Compensation des Pendels nunmehr erbracht ist, so bleibt immerhin noch die Frage zu beantworten, wie weit sich ein gut construirtes Compensationspendel von der unerreichbaren Vollkommenheit entfernt.

Um hierüber ein sicheres Resultat zu erhalten, möge folgende Betrachtung gestattet sein. Stellen wir uns ein gewöhnliches (nicht compensirtes) Pendel vor, so ändert sich wie bekannt seine Schwingungsdauer, sobald seine Temperatur eine andere wird; woraus erhellt, dass je vollkommener die Compensation des Pendels überhaupt ist, um so geringer auch die Aenderung seiner Schwingungsdauer bei eintretender Temperaturänderung sein muss.

Um einen sicheren Maassstab für die Güte der Compensation zu erhalten, hat man also nur nothwendig die Temperaturänderungen des compensirten und nicht compensirten Pendels miteinander zu vergleichen, welche erforderlich sind, damit dieselben in ihren Schwingungsdauern eine gleiche Beeinträchtigung erfahren. In unserem Falle wollen wir daher folgende Frage beantworten.

Wie gross muss die Temperaturänderung eines gewöhnlichen nicht compensirten Pendels sein, damit dasselbe einen ebenso grossen Fehler macht, wie ein möglichst gut compensirtes Pendel, wenn die Temperaturänderung des letzteren 20 Grad beträgt.

Nach den Ausführungen des Herrn Professor L. Kleritj ändert sich die Schwingungsdauer eines Compensationspendels, welches für 0 und 20 Grad compensirt ist, nur bei 0 und 20 Grad nicht. Je weiter sich jedoch die Temperatur von 0 und 20 Grad entfernt, um so grösser muss auch die Differenz sein, und sie wird am grössten, wenn die Temperatur von 0 auf 10 Grad steigt.

Wir wollen daher jetzt fragen, wie viel muss sich die Temperatur eines gewöhnlichen Pendels ändern, damit dasselbe einen ebenso grossen Fehler in seiner Schwingungsdauer bekommt.

Eine etwas weitläufige Rechnung, die ich abgekürzt aufgestellt, und deren genauere Ausführung ich dem Herrn Professor Kleritj überlassen möchte, ergiebt, dass wenn die Temperatur des gewöhnlichen Pendels von 0 Grad auf 0,02 Grad wächst, die Aenderung, seiner Schwingungsdauer grösser ist als der grösste Fehler werden kann, den das compensirte Pendel bei einer Temperaturveränderung von 0 auf 20 Grad erfährt.

Hieraus geht hervor, dass der Fehler eines compensirten Pendels mehr als $\frac{20}{0,02}$ also mindestens 1000 mal kleiner ist, als der Fehler eines nicht compensirten Pendels bei gleicher Temperaturänderung sein würde.

Ich glaube deshalb, dass die Schlussfolgerung, die aus obiger Ausführung gezogen werden kann, mich berechtigt zu behaupten, dass auch nach dem Beweise der Unmöglichkeit einer vollkommenen Compensation es für denkenden Uhrmacher eine Hauptsache sein und bleiben wird, die Compensation so gut wie möglich auszuführen.

Zum Schlusse sei mir gestattet, noch auf einen Vortheil hinzuweisen, den die Praxis aus den Ausführungen des Herrn Professor Kleritj zu ziehen im Stande ist.

Die Compensation kann man als eine Corektion betrachten, welche dazu dient, die Aenderungen, welche ein Pendel durch die Temperatur erfährt möglichst auszugleichen.

Je kleiner nun die Corektion ist, um so vollkommener muss auch die Compensation werden, und da die Grösse der Corektion insbesondere von der Stärke der Ausdehnung der Pendelstange abhängt, so werden sich diejenigen Körper am besten zur Verfertigung der Pendelstange eignen, welche sich durch eine besonders kleine Ausdehnung auszeichnen.

Hierzu gehören Glas und Holz nicht aber die Metalle mit Ausnahme des Platins. (Vergleiche Professor Dr. Förster Berlin.)

Ein nach obigen Prinzipien construirtes Quecksilber-Compensationspendel, bei welchem auch die Einwirkungen der verschiedenen Temperaturschichten auf ein Minimum reducirt sind, habe ich seit 5 Monaten im Gange und hoffe ich, bei einer späteren Gelegenheit auf den Gegenstand zurückzukommen.

Plieningen.

C. Pfisterer.

Druckfehler-Berichtigung.

Im Bericht über die Ausstellung von Werkzeugen etc. in Genf, No. 13 Seite 112, rechte Spalte, Zeile 29 von unten, ist der Satz — Ferner enthält dieses Heft noch Besprechungen verschiedener Tagesfragen in der Uhrmacherei — herauszulassen, — Ebendasselbst Zeile 19 von unten, ist statt — Nanos — Naxoschmirgel zu lesen. — Seite 113, linke Spalte, Zeile 4 von oben, ist statt fast ganz — ganz in Stahlguss — zu lesen. Dieselbe Spalte Zeile 8 von unten muss es statt Garöfen — Gasöfen — heissen, und in der rechten Spalte ist in Zeile 18 von oben statt Lederfeilen — Ledersaiten — zu lesen.