Einfache Spiralfeder=Kurvenwaage

Von Hugo Müller

Obwohl es in unserem Berufe bei der Wiederherstellung von Taschenuhren selten vorkommt, daß eine „Breguet-Spiralfeder“ aufgesetzt werden muß, so ist es doch mit Freuden zu begrüßen, daß in der heutigen eingehenderen Ausbildung unseres Nachwuchses die Spiralfeder nicht so unbeachtet oder mit Scheu betrachtet bleibt, sondern daß auch mit Vorliebe das Spiralfederaufsetzen zu Prüfungsarbeiten herangezogen wird. Von der Art und Weise, wie man dies durchführt, hängt es ab, ob die Spiralfeder als zarte Seele der Uhr durch ihre Mitwirkung die Leistungen erhöhen oder zweifelhaft gestalten kann. Schon aus rein praktischen Gründen müßte man sich für die Breguet-Spiralfeder einsetzen, in geeigneten Fällen selbst bei den Armbanduhren, denn neben ihren guten Eigenschaften ist ihre Befestigung und Lösbarkeit ohne Spiralschlüssel weitaus vollkommener als bei der flachen Spiralfeder. In gewissen verbauten Armbanduhr-Kalibern findet sie besser Platz als jene und schaltet allen Ärger aus.

Das Aufsetzen einer Spiralfeder ist nicht so schwer, wie man glaubt. Nur einige Kenntnisse und praktische Hilfsmittel sind neben einer gewissen Geschicklichkeit vonnöten. — Hier soll von der Bildung der Kurvenform und einem einfachsten Hilfsmittel zu ihrer richtigen Konstruktion die Rede sein. Schon vor einigen Jahrzehnten, nämlich im Jahrgang 1900, Nr. 14, Seite 168, beschrieb ich hier eine Kurvenwaage, die das Konstruieren von Spiralfederkurven erleichtern sollte. Sie war mit einem Kreuzschlitten unter einem netten Ebenholzbrettchen in Größe von 25 × 25 cm und mit Ausgleichsgewichten versehen. Infolge ihrer etwas umständlichen Anfertigung wird diese Kurvenwaage wenig Nachahmung gefunden haben. Deshalb sei heute ein ganz einfaches Gerät vorgeführt, das jeder Lehrling in kürzester Zeit anfertigen kann.

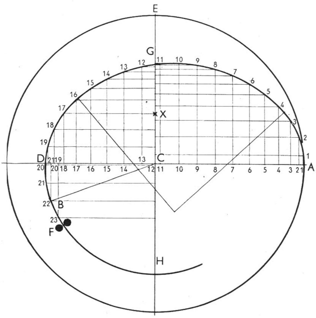

Abb. 1

Zunächst einiges über die Spiralfederkurve selbst. Allgemein bekannt ist das Grundgesetz, das Ed. Phillips durch eine einfache Formel scharf umschrieb: $X = \frac{R^2}{L}$; d. h. mit anderen Worten, die Form und die L ä n g e der Endkurve müssen so beschaffen sein, daß

1. der Schwerpunkt X der Kurve auf einer Linie liegt, die senkrecht zum Anfangsradius der Kurve steht, und

2. die Entfernung dieses Schwerpunktes vom Mittelpunkt der Spiralfeder gleich sei dem Quadrat des äußeren Spiralfederhalbmessers, dividiert durch die Länge der Kurve, was direkt aus obiger Formel hervorgeht. (Natürlich darf man zur Länge der theoretisch richtigen Kurve keinesfalls das praktisch notwendige Ergänzungsstück zwischen Rückerstiften und Spiralklötzchen rechnen.)

Hinzugefügt sei, daß die einzelnen Kurvenbögen sich hierbei tangential und ohne Knickungen aneinander anschließen und daß ebenso in der Praxis die Seitenflächen der Spiralklinge senkrecht zur Fläche stehenbleiben müssen, also nicht gewendet werden.

Da nun in der so harmlos einfach gestalteten Formel der Endradius der Kurve, also die Entfernung der Rückerstifte oder des Klötzchens von der Mitte keine Rolle spielt, so folgt daraus die Möglichkeit, eine Unzahl richtiger Kurvenformen mit verschiedenen Endradien und Kurvenlängen konstruieren zu können. Der Neuling fragt, wie konstruiert man diese Endkurven? Neben einer haarscharfen, aber uns kaum zugänglichen und sehr mühsamen Berechnung der Kurve ist die graphische Methode für den praktischen Uhrmacher ein recht interessanter Weg zur Konstruktion. Er sei hier für den Nachwuchs wiederholt.

In der Abbildung 1 ist AC der Anfangsradius der Kurve; auf dem Zeichenbrett nimmt man zur Erzielung einer brauchbaren Genauigkeit mindestens eine 20- oder 25fache Vergrößerung eines vorliegenden Spiralfeder-Halbmessers als Grundlage. (Hier in der Abbildung wieder verkleinert.) Ein kurzes Bogenstück gibt bei B die entsprechend vergrößerte Entfernung der Rückerstifte an, aber noch nicht das wirkliche Ende der Kurve. Auf der Linie AD errichtet man im Mittelpunkt C der Spiralfeder die vorgeschriebene wichtige Senkrechte CE, auf welcher der Schwerpunkt X der Kurve zu liegen kommen muß, und zwar in der vorgeschriebenen Entfernung $= \frac{R^2}{L}$.

Wie erreicht man dies? Zur Einführung dient in ganz überraschender Weise schon eine einfache g e r a d e Linie, wie es vor etwa fünfzig Jahren schon Georg Bley auf Grund der Formel richtig behauptete; dies wurde in einem Urania-Heft (Wie konstruiert man Spiralfeder-Endkurven? Von Hugo Müller, Glashütte 1908) von mir beschrieben und ist auch mit Erfolg auf der Deutschen Uhrmacherschule angewandt worden. Eine solche Kurve zeigt die Abbildung 1a, hier gegenüber der üblichen Größe auf ½ verkleinert. Die M i t t e der geraden

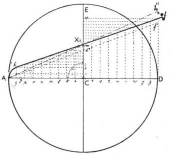

Abb. 1a. (½ der üblichen Größe der Zeichnung)

Linie, ungefähr unter einem Winkel von 25° bei A angesetzt, kommt nach einigen Versuchen bezüglich der richtigen Länge, mit richtigem Abstand, auf die Senkrechte C—E bei X_2 zu liegen und erfüllt besonders dann noch die Bedingungen, nachdem am Anfang, wie seiner Zeit beschrieben, ein kleiner Bogen den Übergang vom äußeren Spiralfederumgang zur geraden „Kurve" vorschriftsmäßig vollzieht. Auf weitere Angaben bezüglich dieser Abbildung können wir verzichten.

Eine bogenförmige Kurve ist, wie aus der Abbildung 1 erkennbar, meist aus drei Bogenstücken zusammengesetzt, zunächst nach Gutdünken, aber so, daß sie sich tangential verbinden. Die so entstandene Kurve mit einer zunächst nur angenommenen Länge $AGDF$ zerlegt man durch eine Teilung in kleine Bogenstücke von g l e i c h e r Länge (auf einer Originalzeichnung 10 mm lang), indem man von der M i t t e des ersten Teiles bei A diese Strecken bis zum wahrscheinlichen oder angenommenen Ende aufträgt. Die so gewonnenen Mittelpunkte der kleinen Bogenstücke werden als annähernd richtige Schwerpunkte zur Bestimmung der Lage des Gesamtschwerpunktes der Kurve betrachtet und benutzt. Wir fällen von diesen Punkten Lote auf die Achsen AD und GH, um zu untersuchen, ob die Kurve den Vorschriften entspricht.

Zu diesem Zweck messen wir zunächst auf der Linie AC von der Mitte von C aus die Entfernungen der auf diese Linie projizierten Teilschwerpunkte auf ein Zehntel Millimeter, also bis an die Fußpunkte der Lote, genau ab, addieren diese Längen $C\,1 + C\,2 + C\,3$ usw. und verfahren dann ebenso auf der anderen Seite von C nach D, ohne irgendeinen Teilstreckenpunkt zu übersehen. Wie ist man da neugierig auf das Ergebnis, denn die Summe der Teilstrecken muß auf der einen Seite mit der Summe auf der anderen Seite möglichst genau übereinstimmen. Auf der Originalzeichnung ($R = 80$ mm) für die Kurve mit $^{75}/_{100}$ Radius war die Summe rechts 516,3 und links 513,4 mm, bedurfte also nur einer sehr kleinen Verbesserung.

Und wie steht es mit der Schwerpunktsentfernung auf der Senkrechten? Wir messen am einfachsten vom obersten übertragenen Teilschwerpunkt bei G als Nullpunkt bis zum untersten Punkt bei H, jeden wieder einzeln, ohne das feingeteilte Millimetermaß im geringsten zu verschieben. Man muß hierbei die Zehntel-Millimeter mit der Lupe abschätzen. Auch berücksichtige man die bei G zusammenfallenden übertragenen Punkte 9, 10 und 12 getrennt. Die Summe der in der Zeichnung projizierten 23 Teilschwerpunkte war gleich 610,5 mm und im Mittel (durch 23 dividiert) gleich 26,5 mm, d. h. von der Strecke CG (im Original = 54 mm) 26,5 mm abgezogen, ergibt 27,5 mm als Schwerpunktsentfernung von der Mitte C; sie stimmt mit dem errechneten Wert $\frac{R^2}{L} = \frac{6400}{232} = 27{,}5$ mm überein. Die Kurve wäre somit schon brauchbar.

Allerdings ist das Ergebnis nicht auf den ersten Hieb erreicht worden, sondern nach drei Versuchen. Mitunter sind mehr Versuche nötig; sie verlangen oft viel Zeit und Geduld. Um nun das Verfahren ganz kurz zu machen, benutzt man dafür die einfache Kurvenwaage, wie sie in Abbildung 2 gezeigt wird. Ihre Einfachheit ist jedoch nur möglich, w e n n m a n f ü r d i e L ä n g e d e r K u r v e s t e t s e i n e n b e s t i m m t e n T e i l d e s ä u ß e r e n S p i r a l f e d e r u m g a n g e s v e r w e n d e t; im vorliegenden Falle nahm ich genau einen h a l b e n Spiralfederumgang. Dies liegt ziemlich in der Mitte der anwendbaren Längen, ist am leichtesten bestimmbar und durch einen Öltropfen gegebenenfalls anzuzeichnen. Hierbei steht also die Länge L stets in einem bestimmten Verhältnis zu dem Quadrat des Halbmessers R. Bei meinen Beispielen auf der Kurvenwaage beträgt mit einem Anfangsradius von 80 mm die Länge des Halbkreises 251,3 mm und somit die Schwerpunktsentfernung (6400 : 251,3) stets 25,46 mm, also ein für allemal bei dem gewählten Halbmesser, einerlei, ob man eine Kurve von $^{95}/_{100}$ oder $^{66}/_{100}$ oder sonst in irgendeinem Verhältnis der Rückerstift- (oder Klötzchen-) Entfernung vom Mittelpunkt zur Größe des Spiralfederhalbmessers bilden will. Aber für je ein solches Verhältnis gibt es n u r e i n e e i n z i g e r i c h t i g e K u r v e n f o r m!

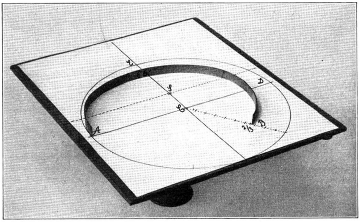

Abb. 2

Die Kurvenwaage läßt sich fast kostenlos herstellen: Ein kleines flaches Brettchen aus Laubsägeholz, etwa in Größe von 18 × 22 cm, genügte mir. Im Schnitt der Diagonalen (also in der Mitte) wird ein Loch gebohrt von 3 mm und in dieses ein selbst verfertigtes Kompaßhütchen streng eingepaßt, als Stützpunkt für das frei darauf liegende Brettchen, das zunächst durch Abgleichen recht gut in eine genau horizontale Lage gebracht wird. Es ruht dabei auf einer entsprechend langen Nadel mit guter Spitze. Ein Metallfuß für diese ist in der Abbildung unten sichtbar; die Nadel kann auch im Schraubstock befestigt werden. Der „Stützpunkt" S, der ein klein wenig über der Oberfläche des Brettchens liegen muß, damit der Schwerpunkt des Brettchens unter dem Unterstützungspunkt liegt, ist zugleich der festliegende Kurvenschwerpunkt. Oben auf dem nur wenig vorstehenden Messinghütchen ist dieser festliegende Kurvenschwerpunkt durch einen kleinen Körner angezeichnet worden.

Von diesem Punkte aus sticht man auf der Linie CE, die das Brettchen oder den darauf verstifteten und abgewogenen Zeichenkarton genau halbiert, die errechnete Schwerpunktsentfernung nach einer Längsseite ab. Dieser neue Punkt C bildet die Mitte der Spiralfeder; durch diesen legen wir, genau senkrecht zur Mittellinie CE, den Anfangsradius C zur Erfüllung der ersten Phillipsschen Bedingung. Die zweite Bedingung hatten wir bereits beachtet durch Übertragung der errechneten Schwerpunktsentfernung. Nun kann man schon zur Bildung der Kurve schreiten. Eine Zugfederfabrik lieferte einige Meter Stahlband, etwa 8 mm breit und etwa 0,5 mm dick. Mit einem gerade gerichteten Stück von genau 251,3 mm Länge forme ich mit einigen Griffen eine Kurve für das auf der Waage erkennbare Verhältnis des Endradius. Sobald die Kurvenwaage sich ebenso wie zu-vor genau waagerecht einstellt, wenn man den Anfang des Kurvenstückes gut auf den Anfangsradius bei *A* auflegt und das konzentrisch geformte Ende durch die Endskala leitet, so ist dies ein Zeichen, daß die Form der Kurve richtig ist. (Die Endskala deutet nur das Endverhältnis der Kurve an, nicht etwa deren Ende; das ist n i c h t Vorschrift, hier ist es nur zufällig so.) Natürlich markiert man das Ende der Kurve auf dem Karton mit einem Punkt. Innerhalb weniger Minuten anstatt einiger Stunden hat man die richtige Form gefunden. Es ist leicht, mit Hilfe eines spitzen Bleistiftes inner- und außerhalb des Kurvenstreifens die Form festzuhalten und verkleinert photographiert zur praktischen Arbeit als Unterlage zu benutzen.

Die Kurve auf der Waage ist eine sogenannte ⅔-Kurve, weicht aber in Form und Länge von der üblichen ⅔-Kurve ab, die man aus einem Halbkreis und einem gekürzten Viertelbogen zusammenstellt. Die Länge dieser letzteren Kurve kann man aber am Spiralfederumgang vorher nicht so leicht und nicht ohne besondere Unterlage bestimmen, wie es bei einem halben Umgang möglich ist. Die r i c h t i g e Länge ist aber ein gewichtiger Faktor in der Formel Phillips'. Außerdem ist die mit einem halben Spiralfederumgang gebildete ⅔-Kurve p r a k t i s c h g ü n s t i g e r, da der aufgebogene Teil vor Beginn der Kurve nicht so bedenklich nahe an das Spiralklötzchen kommen kann. Die mit einem halben Umgang auf der Kurvenwaage leicht gefundene ⅔-Kurve wird von einem Winkel von 235° umfaßt, die andere, mit einer größeren Länge und mit einer anderen Schwerpunktsentfernung schließt einen Winkel von 263° ein.

Neben dem praktischen Zweck wird die einfache Kurvenwaage noch einen ideellen Wert als Lehrmittel haben. Man sieht so direkt, w o der eigentlich unsichtbare Schwerpunkt der so wichtigen Spiralfederkurve liegt. Es gilt hier der alte Lehrsatz :„Die Anschauung ist das beste Mittel der Erkenntnis." Deshalb möchte ich dringend empfehlen, durch einen verständigen Lehrling sich eine solche Kurvenwaage anfertigen zu lassen, auch damit das Interesse und das Verständnis für die Spiralfederarbeit gehoben wird.

Quelle: Deutsche Uhrmacher-Zeitung Nr. 41 v. 08. Okt. 1938 S. 536-538