

## Das Ersetzen einer Breguet-Spirale

Von W. Fleisch

„Mit Breguet - Spirale bezeichnet man eine Spirale, deren äußerer Umgang in der Weise aufgebogen ist, daß er sich in einer bestimmten Krümmung parallel zu der Spiralfäche befindet. Die übrigen Umgänge der Spirale bleiben flach. Erdacht und ausgeführt wurde sie von dem bekannten französischen Uhrmacher Breguet, nach dem sie auch benannt ist. Die Breguet-Spirale kommt nur für Uhren mit großer Schwingungsweite in Frage, in der Hauptsache also für Ankeruhren. Die flache Spirale kann sich ja nur nach einer Seite frei entwickeln, an der anderen Seite wird sie durch Spiralklobchen und -Schlüssel in der Entwicklung stark gehemmt, und dieser Übelstand tritt um so stärker in die Erscheinung, je größer die Schwingungsweite in der betreffenden Uhr ist. Die Breguet-Spirale wird in ihrer gleichmäßigen Ausdehnung durch nichts gehindert; sie kann sich nach allen Seiten frei ausdehnen, ganz gleich, ob die Schwingungen der Unruh groß oder klein sind. Dadurch kann eine ungleich bessere Regulierung erzielt werden. Deshalb sind auch alle besseren Ankeruhren (vielfach auch solche, die es sein wollen) mit dieser Spirale versehen. Die Größe der Breguet-Spirale ist nicht so eng begrenzt wie die einer flachen Spirale, für die der Abstand des Spiralschlüssels von der Steinlochmitte maßgebend ist. Auch die Zahl der Windungen ist im allgemeinen größer als bei einer flachen Spirale; sie sollen jedoch die Zahl 15 nicht übersteigen. Der äußere Durchmesser soll nicht größer sein als der Halbmesser der Unruh, dieser über die Schraubenköpfe gemessen. Die Breguet-Spirale verbürgt bei guter Ausführung eine sehr genaue Regulierung. Es rächt sich aber auch, wenn der Spirale nicht die genügende Aufmerksamkeit geschenkt wird und Unregelmäßigkeiten übersehen werden. Auch Rostflecken oder starke Krümmungen sind von Nachteil. In solchen Fällen sollte nach Möglichkeit die Spirale ersetzt werden, auch dann, wenn falsche Krümmungen beseitigt werden könnten. Die Struktur des feinen Stahles erfährt durch solche Behandlung Veränderungen, die ungünstig auf die Regulierung einwirken.

In nachstehendem wollen wir uns eingehender mit dem Ersetzen einer Breguet-Spirale befassen. Es ist selbstverständlich, daß wir dazu keine fertig gebogene Spirale benutzen, es sei denn, daß es sich um eine Schablonenuhr wie Junghans, Omega, Zenith oder dgl. handelt. Für diese sind die Spiralen genau passend zu haben, und es wäre Zeitverschwendung, hierzu eine Spirale besonders passend zu machen, wenn es sich nicht gerade um eine Übungsarbeit handelt.

Haben wir also eine Breguet-Spirale zu ersetzen, dann verfahren wir im Anfang genau so, als ob es sich um das Ersetzen einer flachen Spirale handele. Zu beachten ist dabei aber, daß eine Breguet-Spirale bei sonst gleicher Größe 2 bis 3 Windungen mehr haben soll als eine flache Spirale. Nachdem wir also die notwendige Größe der Spirale festgestellt haben,

beginnen wir mit dem Ausschuchen. An die Größe sind wir, wie bemerkt, nicht so gebunden wie bei einer flachen Spirale, trotzdem müssen wir aber jede Überschreitung vermeiden. Wir probieren also zunächst einmal die Stärke (Force) einer in der Größe passenden Spirale. Bei fast allen Taschenuhren beträgt die Schwingungszahl nach beiden Seiten zusammen 300, nach jeder Seite also 150. Darnach suchen wir die Spirale aus und zählen die Schwingungen. Wir befestigen die Spirale also provisorisch auf der Unruh, fassen einen der äußeren Umgänge zunächst an einer beliebigen Stelle mit der Spiralzange und lassen die Unruh auf der Glasplatte schwingen. Kommt eine größere oder kleinere Schwingungszahl heraus als 150, dann muß die Spirale länger oder kürzer gefaßt werden, und zwar so lange, bis wir die richtige Stelle erreicht haben, die wir uns anmerken. Jetzt befestigen wir die Spirale fest auf der Rolle. Ist dieses geschehen, dann setzen wir die Spirale wieder auf und probieren nun noch einmal, ob die vorher angemerkte Stelle noch genau stimmt. Es kommt hier sehr genau darauf an, denn beim Biegen der Endkurve müssen wir uns nach diesem Punkt richten. Stimmt der Punkt also noch nicht oder nicht mehr genau, dann stellen wir ihn jetzt endgültig genauestens fest. Dieser Punkt ist nun aber nicht, wie vielfach angenommen wird, der Befestigungspunkt für das Klöbchen, sondern die Stelle, an der sich die Rückerstifte befinden müssen. Da bei einer Breguet-Spirale der Spielraum zwischen diesen gleich Null sein soll, so müssen wir unbedingt diese Stelle als Endpunkt festhalten. Wir dürfen auch nachher; wenn die Endkurve gebogen und die Spirale im Klöbchen befestigt ist, keine Umstiftung mehr vornehmen. Sollte sich infolge irgendeines Fehlers oder einer Ungenauigkeit eine Nachregulierung notwendig machen, und ist diese nicht durch den Rückenzeiger zu bewerkstelligen, dann muß der Ausgleich an der Unruh vorgenommen werden. Läuft die Uhr etwa vor, so müssen die Unruhschrauben entweder durch schwerere ersetzt oder die bekannten kleinen Scheibchen unter die Schraubenköpfe gelegt werden. Bleibt dagegen die Uhr zu rück, dann muß dieses beseitigt werden durch Auswechslung der Schrauben durch solche von geringerem Gewicht oder durch Verkleinerung der Schraubenköpfe. Alle diese Arbeiten müssen natürlich mit der größten Genauigkeit und Sauberkeit ausgeführt werden. Ganz besonders muß man aber darauf achten, daß die Unruh immer im Gleichgewicht bleibt; sie darf also keinen Schwerpunkt erhalten, wie ein solcher bei Zylinder-Unruhen wohl angewendet wird.

Und jetzt wollen wir uns etwas eingehender mit den Endkurven befassen. Wenn es auch nicht möglich sein wird, das ganze Kapitel der Endkurven hier zu behandeln, so soll es doch in seinen Grundzügen erläutert werden. Wer sich eingehender darüber unterrichten will, dem empfehle ich zum weiteren Studium die Kapitel „Der Isochronismus“, Seite 288 ff., und „Die Endkurven“, Seite 290 ff., in dem Fachlehrbuch von Sander-Loeske „Uhrenlehre“ (Verlag W. Diebener G. m. b. H., Leipzig). Darin ist ausführlicher zu finden, was von diesem Kapitel wissenschaftlich ist. Es ist nicht gleichgültig, wo die Endkurve beginnt und wie ihre Form ist.

Bekanntlich müssen die Schwingungen einer Uhr isochron, d. h. zeitgleich sein, wenn eine Uhr in allen Lagen und Temperaturen keine merkbaren Gangdifferenzen zeigen soll. Diese Gleichmäßigkeit wird einmal erreicht durch die Kompensationsunruh und zweitens durch theoretisch richtige Endkurven. Letztere sind aber nun nicht ganz einfach herzustellen. Die Endkurven sollen vor allem die Lagenregulierung ermöglichen. Dabei ist notwendig, daß der Schwerpunkt der Spirale stets im Mittelpunkt, also auf der Unruhachse liegt. Es kommt dabei nicht darauf an, ob die Uhr geht oder steht; in jedem Zustand und in j e d e r Stellung der Unruh muß der Schwerpunkt unveränderlich bleiben. Ganz zuverlässig wird dieses nur dann erreicht, wenn sowohl am äußeren wie auch am inneren Spiralarng eine theoretisch richtige Endkurve angebracht wird. Wird dieses am inneren Ringe unterlassen, dann liegt der Schwerpunkt der Spirale nicht unveränderlich fest, der Druck auf die Zapfen ist also ungleichmäßig. Da es nun aber gerade mit der inneren Endkurve seine Schwierigkeiten hat, so sei hier ein Verfahren erwähnt, das nicht besonders schwer anzuwenden ist und eine ungefähre Angleichung ermöglicht. Es handelt sich darum, der Befestigungsstelle der Spirale auf der Rolle eine Lage zu geben, die den ungleichmäßigen Druck auf die Zapfen auch ohne Endkurve auf das Mindestmaß beschränkt. Die nebenstehenden Skizzen werden zum Verständnis beitragen. Die hierauf bezüglichen Erläuterungen sind dem erwähnten Lehrbuch „Uhrenlehre“ von Sander-Loeske entnommen.

Der Grundsatz zu diesem Punkt lautet: Wenn die Uhr mit der Werkseite nach vorn hängt, so muß, falls die Spirale von innen aus rechtsherum gewunden ist, der Befestigungspunkt an der Spiralrolle links in gleicher Höhe mit der Unruhachse liegen, bei einer linksherum gewundenen Spiralfeder in der gleichen Höhe an der rechten Seite der Spiralrolle. Ein Lehrsatz, den man sich leicht einprägen kann. Zum besseren Verständnis seien hier zwei Skizzen angefügt, die auch dem erwähnten Buche entnommen sind.

Auf einem Blatt Papier ziehe man zwei sich rechtwinklig kreuzende Linien AB und CD (Bild 1) und lege das Uhrwerk so darüber, daß die Unruhmitte mit dem Kreuzungspunkt zusammenfällt und die durch die Ziffern 12 und 6 gehende Linie EF zur Linie AB parallel ist.

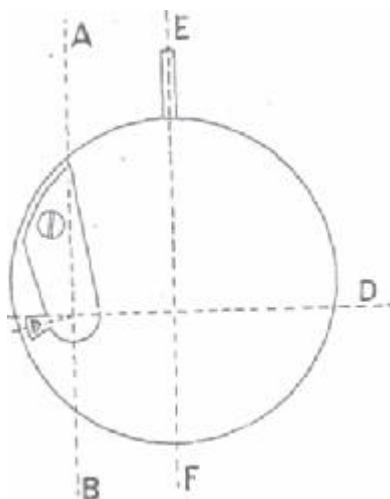
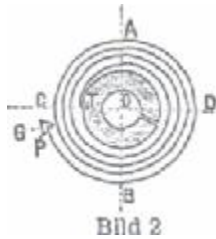


Bild 1

Dann ziehe man auf der Zeichnung einen Strich O von der Unruhmitte durch die Spiralklößchen-Mitte, lege Spiralfeder nebst Rolle auf die Kreuzung der Linien AB und CD (Bild 2; die Spirale ist bei dieser Schema-Zeichnung selbstverständlich vereinfacht), so daß der Kreuzungspunkt genau in der Mitte der Rolle liegt, der innere Befestigungspunkt der Spirale aber auf der Linie CO. Der Punkt P ist dann die Stelle, an der das Spiralklößchen befestigt werden muß. Bei einer links herum gewickelten Spirale liegen die Befestigungspunkte auf der entgegengesetzten Seite.



Gelangt man bei Ankeruhren nicht zu befriedigenden Gangresultaten, so wird es sich empfehlen, die Befestigung der Spirale an der Rolle auf ihre Richtigkeit zu untersuchen und evtl. unter Berücksichtigung der Ausführungen im ersten Teil dieser Abhandlung eine Umänderung vorzunehmen.

Und jetzt wenden wir unsere Aufmerksamkeit einmal der Außenkurve zu. Diese ist ungleich wichtiger als die Innenkurve. Ihre Länge und ihre Gestaltung ist nicht willkürlich. Sie unterliegt bestimmten Regeln; ihre Höhe richtet sich nach dem zur Verfügung stehenden Raum. Wir wollen uns nicht damit befassen, eine Kurve zu konstruieren — das ginge weit über den Rahmen dieser Abhandlung hinaus — sondern wollen uns an bewährte Vorbilder halten. Bahnbrechend auf diesem Gebiet wirkte u. a. Phillips, ein französischer Ingenieur, der die Grundbedingungen aufstellte, unter welchen eine Endkurve wirken soll.

Haben wir eine Endkurve zu biegen, so müssen folgende Punkte beachtet werden: Der Schwerpunkt der Kurve muß sich auf einer Senkrechten befinden, die auf einer vom Beginn der Kurve durch die Mitte der Spirale gezogenen Wagerechten errichtet ist; er muß sich also in einem Winkel von  $90^\circ$  vom Ausgangspunkt befinden (S in Bild 3). Seine Entfernung vom Mittelpunkt muß gleich sein dem Quadrat des Spiralhalbmessers, geteilt durch die Länge der Kurve. Ein Beispiel mag letzteren Satz erläutern. Beträgt der Halbmesser der Spirale 5 mm, die Länge der Kurve 14 mm, so ist die Aufgabe und ihre Lösung: (Schwerpunkt = S)  $S = \frac{5,5}{14} = 1,78$  mm, d.h. also, daß der Schwerpunkt der Kurve 1,78 mm vom Mittelpunkt der Spirale entfernt sein muß. Wir erkennen aber auch daraus, daß bei einer längeren Endkurve deren Schwerpunkt mehr nach der Außenseite liegen muß, bei einer kleineren Kurve dagegen mehr nach der Innenseite. Das ist wichtig, da weniger Bewanderte dadurch einen ungefähren Anhaltspunkt finden können.

Die Länge der Endkurven soll im allgemeinen  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  des Spiralkreises betragen.

Nach diesen theoretischen Erörterungen kommen wir wieder zur Praxis, dem Aufbiegen der Kurve.

Erscheint es dem Unkundigen auch schwer, so ist die Ausführung für den geübten Praktiker doch nicht so schlimm. Es gibt eine Reihe Methoden, wir wollen hier aber nur eine bestimmte besprechen, und zwar eine solche, die ohne Spezialwerkzeuge ausgeführt werden kann. Zu der Ausführung brauchen wir nur eine gute, starke Spiralzange und ein Stück flaches Holz als Unterlage. Zur Not genügt das Ende einer Schmirgelfeile, besser ist aber, wenn wir ein Stückchen Weichholz (Lindenholz oder dgl.) in der Größe von mindestens 3 x 5 cm verwenden.

Das Aussuchen der Spirale mag als beendet betrachtet sein, wir wollen also gleich mit dem Aufbiegen beginnen. Das Ende der Spirale bzw. der Punkt, der sich zwischen den Rückerstiften befinden muß, ist uns vom Aussuchen und Abzählen her bekannt. Sehr wichtig ist nun die Feststellung des Punktes, an dem die Aufbiegung beginnen soll; eine nachträgliche Änderung ist nicht mehr möglich. Am besten kommen wir zum Ziel, wenn wir uns die Kurve mit Hilfe eines weichen Drähtchens (Bindedraht) vorbeigen, und zwar von ihrem Beginn bis zu den Rückerstiften. Diese Kurve braucht nicht genau formgerecht zu sein, sie soll nur dazu dienen, ihre Länge festzustellen. Im allgemeinen beginnt die Kurve unter dem Kloben. Die Probekurve biegen wir nach Feststellung der Länge in einen Kreisbogen, der genau dem Umfang des äußersten Spiralinges entspricht. Das Drähtchen muß auf die genaue Länge abgeknipst sein. Mit Hilfe des so erhaltenen Bogens messen wir nun von dem angemerkten Punkt der Spirale rückwärts und finden dann am anderen Ende des Bogens den Punkt der Spirale, wo die Aufbiegung beginnen muß. Selbstverständlich müssen wir, uns überzeugen, ob die Spirale rechtsherum oder linksherum liegen muß.

Wir fassen also jetzt die Spirale mit einer geeigneten Spiralzange an der richtigen Stelle und legen sie so auf das Holzbrettchen, ohne jedoch die Spiralzange zu lockern; sie muß fest im Griff bleiben. Mit dem Hammer geben wir nun einige leichte Schläge auf die Spiralzange, und schon ist das erste Knie gebogen. Immer noch halten wir aber die Spirale genau an der gleichen Stelle fest, und erst dann, wenn wir uns überzeugt haben, daß der Knick ordnungsmäßig ausgefallen ist, lassen wir sie los. Haben wir kein Lindenholz zur Verfügung, sondern müssen wir uns mit einer Schmirgelfeile behelfen, die meistens aus Tannen- oder Fichtenholz hergestellt sind, so müssen wir die Spirale so legen, daß ihre Klinge an der Biegestelle im rechten Winkel zu der Maserung des Holzes liegt (Bild 4).

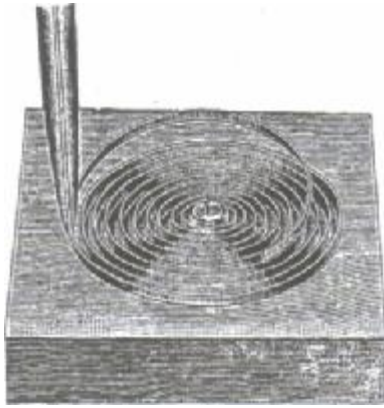


Bild 4

Das gleiche Verfahren wird nun wiederholt, um auch die zweite Biegung herzustellen. Hierbei müssen wir vorsichtig sein und keine zu starken Schläge geben, damit nicht die Biegung zu stark wird und das aufgebogene Ende etwa schräg nach oben steht. Es muß, wie schon eingangs erwähnt, mit der Fläche der Spirale parallel laufen (Bild 5).



Bild 5

Selbstverständlich gibt es noch eine Menge andere Arbeitsmethoden, mit denen das gleiche Ziel erreicht wird und die vielleicht ebensogut sind, wie das vorstehend beschriebene Verfahren. Aus Erfahrung kann ich aber bestätigen, daß dieses gut ist und schnell zum Ziel führt. Den Lehrlingen, die bisher aufmerksam gefolgt sind, möchte ich empfehlen, das Verfahren an ein paar alten, sonst unbrauchbaren Spiralen zu erproben. Nach kurzer Übung wird der Erfolg sich bald einstellen. Wie erwähnt gibt es auch eine ganze Anzahl Spezialwerkzeuge zur Ausführung dieser Arbeit; ihre Handhabung erfordert aber vielleicht größere Übung als das beschriebene Verfahren.

Jetzt bleibt uns noch übrig, die Kurve zu biegen. Wir richten uns hier am besten nach einer Kurventafel. Außerdem enthalten unsere Fachzeichenbücher einige leicht herzustellende Kurven: Linnartz, „Das Fachzeichnen des Uhrmachers" Tafel 39, G. A. Krumm, „Lehrgang für den Fach-Zeichenunterricht des Uhrmachers" Tafel 35. Auf die entsprechenden Stellen in dem Lehrbuch von Sander-Loeske, „Uhrenlehre" habe ich schon im ersten Teil dieses Aufsatzes hingewiesen. Bei Spiral-Endkurven muß der letzte viertel Umgang (gleich 90°) zentrisch zum Mittelpunkt der Spirale liegen, weil auf ihm die Verschiebung der Rückerstifte stattfindet.

Dieser Viertelkreisbogen ist natürlich nur für Uhren mit Rückerzeiger erforderlich. Bei Seechronometern oder solchen Zeitmessern, die keinen Rückerzeiger haben, ist die zentrische Form des Bogens nicht notwendig und wird dort auch nicht angewendet. Hier kann die Kurve direkt bis an die Spiralbefestigung herangeführt werden. Das Biegen der Kurven kann mit gewöhnlichen Spiralzangen erfolgen. Es sind aber auch in den

Werkzeughandlungen Zangen zum Biegen der Kurven erhältlich. Zur zweckmäßigen Arbeit müßte man dann aber gleich mehrere Zangen verschiedener Größen haben.

Die Hauptpunkte, auf die es besonders ankommt, seien nun noch einmal ganz kurz wiederholt: Die Kurve muß eine genau vorgezeichnete Form haben, wobei man zweckmäßig eine der käuflichen Kurventafeln als Vorlage benutzt. Die innere Befestigung an der Spiralrolle muß, wenn keine Kurve angewendet wird, den im vorigen Aufsaß angegebenen Bedingungen entsprechen. Eine Umstiftung der Spirale am Spiralklötzchen darf nach erfolgter Befestigung nicht mehr erfolgen. Die Rückerstifte dürfen nicht weiter sein, als daß sie der Spirale freien Durchgang gestatten, ein „Spielen“ der Spirale zwischen diesen Stiften darf nicht stattfinden. Noch etwas sei zum Schluß erwähnt. Die Rückerstifte dürfen nicht so lang sein, daß sie etwa mit der Spirale in Berührung kommen können. Man muß dabei auch das Eigengewicht der Spirale berücksichtigen. Es kann vorkommen, daß die Spirale frei unter den Stiften spielt; sobald aber die Uhr umgedreht wird, die Zifferblattseite also nach oben kommt, läßt der Gang der Uhr merklich nach. In den allermeisten Fällen wird man bei der Untersuchung des Fehlers finden, daß eine Streifung der Spirale stattfindet; entweder unter den Rückerstiften oder unter dem Spiralklößchen. Gerade unter diesen Stellen befindet sich der Mittelpunkt des Halbmessers der Spirale, und gerade hier biegt sich die Spirale bei einer Wendung der Uhr am stärksten durch. Auf jeden Fall muß also für genügenden Spielraum gesorgt werden. Damit dürfte so ziemlich alles Wissenswerte über die Breguet-Spirale gesagt sein, soweit es sich im Rahmen einer solchen Abhandlung ermöglichen läßt. Wie überall, so gilt auch hier: Übung macht den Meister!“

Literatur: Die Uhrmacher-Woche Nr.3/1927 S.39-40 & Nr. 5/1927 S. 68-69