Untersuchungen über den Einfluß der Spiral-Ansteckungspunkte

Von Georg Garbe, mit 3 Aufnahmen des Verfassers

Zu der wissenschaftlichen Tagung der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik in Hamburg, die von 105 Teilnehmern besucht war, wurde u. a. der hier im Wortlaut wiedergegebene Vortrag gehalten, der geeignet ist, revolutionierend zu wirken. Berufskamerad Garbe, Hamburg, ist durch Versuche den früheren Regeln zu Leibe gegangen und schreckt auch vor Einschränkungen, die manchem wohl etwas weitgehend zu sein scheinen, nicht zurück.

Seit langen Zeiten unterliegt der innere Spiral-Ansteckungspunkt gewissen Gesetzen, nach denen wir uns teils mit, teils ohne Überlegung richteten. Stellt man sich ein Koordinaten-Kreuz durch die Unruhachse gezogen vor, dessen Senkrechte parallel zur Aufzugwelle liegt, so sagte man, daß bei einer rechts gewundenen Spirale der innere Ansteckungspunkt auf der linken Seite der Horizontalen liegen soll und bei einer links gewundenen umgekehrt. Man hatte durch Versuche diese Gesetzmäßigkeit aufgestellt, um die Fehler, welche durch den Ansteckungspunkt entstehen, beim praktischen Gebrauch der Uhr möglichst klein zu halten. Hier liegen nun Fehler vor, die die meisten Theoretiker ohne jede Prüfung mit übernommen haben, denn einerseits ist diese bekannte Regel nicht bei jedem Kaliber gleich, und andererseits ist diese Regel aufgestellt worden in der Annahme, daß praktisch nur drei Bügellagen vorkommen.

Es ist jedoch erwiesen, daß sowohl Taschenuhren als auch selbstverständlich Armbanduhren in jede Lage kommen. Betrachten wir die Prüfungsvorschriften der Deutschen Seewarte, so erkennen wir sofort, daß wir keiner Bügellage einen besonderen Vorzug geben dürfen; also müssen wir die Spiral-Ansteckungspunkte von ganz anderer Seite betrachten. Wir müssen erkennen, daß bei Taschen- und Armbanduhren eine Berücksichtigung der früheren Regeln zu unliebsamen Fehlern führen kann.

Prüfen wir aufmerksam die Bügellage einer Taschenuhr im Tragen, so stellen wir fest, daß die meisten Uhren, besonders aber flache Taschenuhren, nach wenigen Minuten durch die Schwere des Bügels und Pendants nach unten sinken und somit sich der Lage „Bügel unten" im stärksten Maße nähern. Es gibt ebenso sehr viele Personen, die auch ihre allerfeinsten Präzisionsuhren ohne Kette in die Tasche stecken und dennoch an die Leistung der Uhr sehr hohe Ansprüche stellen. Kurz gesagt, eine Taschenuhr wird wirklich wie eine Armbanduhr in jeder Lage gebraucht. Selbst wenn man anführt, daß Taschenuhren häufig nachts aufgehängt werden und somit „Bügel oben" eine Vorzugslage wäre, so kann ich nur erwidern, daß ebenso viele Leute die Uhr nachts in der Weste lassen und sie damit forthängen; in diesem Falle befindet sich die Uhr mit dem Bügel nach unten. Bei mancher Konstruktion wurde zugunsten der früheren Regeln der Isochronismus beeinträchtigt, so daß trotz einer sauber durchgeführten Reglage die Uhr nach ungefähr einem Jahr die Lagen-Reglage schon praktisch verloren hatte, weil den Regleuren der Isochronismus der Schwingungen unbedeutender erschien als die Reglage der drei Bügellagen. Durch diese Erkenntnis verlassen wir nun die alte Regel und wenden uns dem Isochronismus zu.

Bei der flachen Spirale ohne Endkurven unterliegt der Isochronismus stark dem Einfluß des Winkels, in welchem der innere und äußere Ansteckungspunkt stehen und außerdem der Zahl der Spiralumgänge, wie auch des äußeren Durchmessers im Verhältnis zur Unruh. Es ist von Pierre Leroy der Satz aufgestellt worden, daß in jeder Spirale zwei Punkte wären, bei denen alle Schwingungen isochron seien. Ist diese Länge gefunden, so werden, wenn man die Feder verkürzt, die großen Schwingungen schneller als die kleinen sein. Wenn man die Feder verlängert, so werden die kleinen Schwingungen schneller als die großen sein. Dieser Lehrsatz ist falsch, denn eine praktische Untersuchung dieses Satzes beweist genau das Gegenteil. Der Irrtum mag dadurch entstanden sein, daß Leroy seine Versuche mit viel zu wenig Spiralumgängen und mit sehr klein schwingenden Unruhen ausgeführt hat. Um diese Versuche durchzuführen, müssen wir von vornherein alle Möglichkeiten von Trugschlüssen beseitigen: Wir dürfen keine Kompensationsunruh verwenden, da der zentrifugale Fehler leicht zu Täuschungen Anlaß gibt, die Spiralrolle muß sehr klein sein und ihr Schlitz kaum sichtbar, die Prüfungen müssen bei gleicher Temperatur stattfinden, wie auch ebenso die Luftdruckverhältnisse in Betracht gezogen werden müssen. Sämtliche Beobachtungen müssen in absolut horizontaler Lage durchgeführt werden. Daß die Uhr in allen ihren Teilen absolut fehlerlos sein muß, ist selbstverständlich. Erst dann können wir mit den Versuchen beginnen.

Wir setzen nun eine Spirale ordnungsmäßig auf, die zur Unruh im Durchmesser paßt, d. h. daß der Spiral-

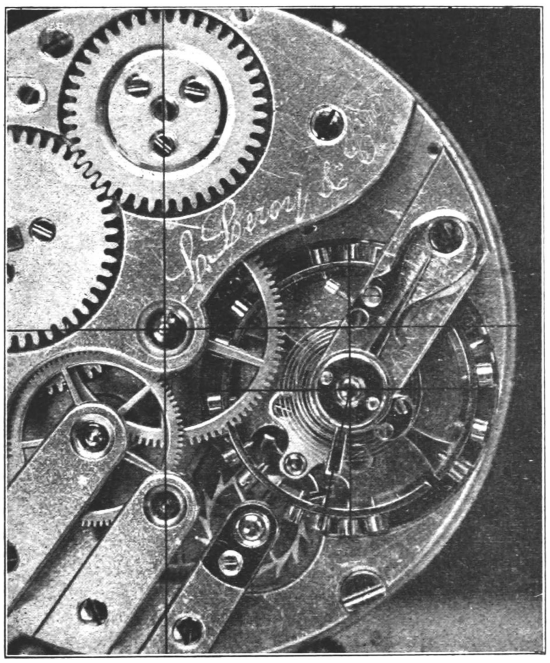

Bild 1

Durchmesser gleich dem Radius der Unruh (über die Massenschrauben gemessen) sei, und nehmen volle 14 Umgänge. Die Schwingungsweiten müssen peinlich genau beobachtet werden, ebenso die Gänge.

Nachdem wir nun den Gang genau aufgezeichnet haben, ziehen wir die Spirale um 45 Grad durch und setzen die Unruh wieder in richtigen Abfall. Und so setzen wir dieses von 45 Grad zu 45 Grad fort, bis wir nur noch 13 Umgänge haben. Beim 13. Umgang merken wir, daß nun die großen Schwingungen langsamer sind als bei den vollen 14 Umgängen. Diese Beobachtungen führen wir ohne Rückerzeiger aus, denn es ist ja gleichgültig, wieviel Schwingungen die Uhr pro Stunde macht, da wir ja nur die charakteristischen Eigenschaften des Ansteckungswinkels feststellen wollen. Bei diesen Versuchen stellen wir nun fest, daß bei 13 Umgängen plus 80 bis 90 Grad wie auch bei 13 Umgängen plus 260—270 Grad ein ungefähr isochroner Gang in Erscheinung tritt. Wir können nun nicht direkt sagen, daß es genau bei 90 oder 270 Grad liegt. Ich habe diese Versuche mit verschiedenen feinen Uhrwerken durchgeführt. Es ist nicht bei jeder Uhr gleich, selbst wenn wir das Echappement auch noch so fein stellen. Bei dieser Isochronismus-Prüfung wirkt sich ebenfalls das Übersetzungsverhältnis der Ankergabel aus, und somit erkläre ich mir die Verschiedenheiten der Gänge bei den einzelnen Uhren. Es ist

natürlich möglich, den Ansteckungswinkel für jedes einzelne Uhrenkaliber ausfindig zu machen.

Nachdem wir die Isochronismus-Prüfung des Ansteckungswinkels erkannt haben, setzen wir unsere Versuche mit dem Rückerzeiger fort, und zwar muß der Ansteckungswinkel nun vom Rückerzeiger zum inneren Ansteckungspunkt bestimmend sein. Mit dem Rückerzeiger haben wir eine neue Fehlerquelle. Mit Hilfe dieses Fehlers können wir den Isochronismusfehler des Ansteckungswinkels abschwächen, indem wir die Rückerzeigerstifte entweder mehr schließen oder öffnen oder die

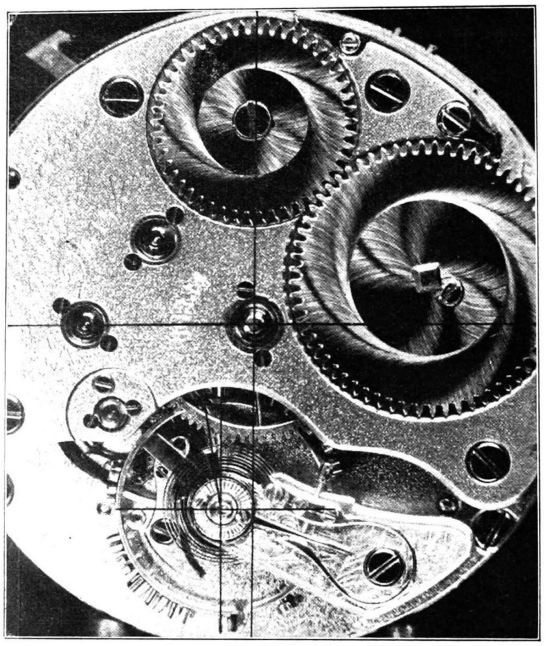

Bild 2

Klinge frei spielen lassen oder im toten Zustand anliegen lassen. Diese Arbeit der Feinstellung ist natürlich bei jeder Uhr verschieden. An sich wäre es freilich Unfug, würde ein Uhrenfabrikant nur auf Grund dieser Erkenntnis für seine Fabrikation den Spiral-Ansteckungspunkt festlegen, ohne daß die anderen Voraussetzungen einer einwandfreien Mechanik wie auch eines einwandfreien Echappements beachtet werden. Das Wort „einwandfrei" bedeutet für die Uhren-Industrie alles, und soweit nicht diese Bedingungen erfüllt sind, kann natürlich der Ansteckungswinkel nicht die anderen Fehler zudecken. Gerade andere Fehler können die guten Möglichkeiten des Ansteckungswinkels zunichte machen.

Ähnlich verhält es sich mit der Breguet-Spirale. Der Winkel vom inneren Ansteckungspunkt bis zum Rückerzeiger unterliegt der gleichen Erkenntnis wie bei der flachen Spirale ohne Endkurve, obwohl wir durch die Spiralkurve natürlich den Isochronismus fast gänzlich erreichen können. Auch eine Innenkurve unterliegt denselben Gesetzen. Mit einer Innenkurve im richtigen Ansteckungswinkel können wir die Lagenfehler auf denkbar kleinste Werte herabdrücken.

Es hat selbstverständlich schon genügend Regleure gegeben, welche die Unzulänglichkeit dieser alten Lehrsätze erkannt hatten, ohne aber dagegen Stellung zu nehmen. Weil diese Lehrsätze aber nicht bei jedem Kaliber das gleiche Ergebnis brachten, hatte man Anordnungen getroffen, wodurch man den äußeren Ansteckungspunkt konzentrisch zur Unruhmitte verlagern konnte und somit auch die Lage des inneren Ansteckungspunktes, um dadurch die stärksten Lagenfehler nach „Bügel unten" zu drehen, was ja eigentlich bei richtigem Lehrsatz nicht notwendig gewesen wäre.

Halten wir uns das Standard-Kaliber der französischen Marine-Deckuhr von Leroy vor Augen, so sehen wir, daß nach den alten französischen Regeln angesteckte Spiralen hier sich auch im richtigen Verhältnis des Ansteckungswinkels in bezug auf Isochronismus befinden, sei es Zufall oder bewußt, bei diesem Kaliber läßt sich der Isochronismus leicht erzielen, ohne wiederum die Lagenreglage ungünstig zu beeinträchtigen (Bild 1).

Betrachten wir weiterhin eine Präzisions-Taschenuhr (Ausführung A. Lange & Söhne, Kaliber „Savonnette", Bild 2) so sehen wir, daß zufälligerweise die alte Regel hier richtig ist, denn wirklich steht der innere Ansteckungspunkt fast im rechten Winkel zu den Rückerzeigerstiften. Bei später kleiner werdenden Unruh-Schwingungen wird der Isochronismus auch nicht wesentlich beeinträchtigt. Ganz anders aber verhält es sich bei dem offenen Kaliber der gleichen Marke, und gerade bei letzterem Kaliber habe ich dieses häufig feststellen können, daß gerade hier die alte Regel nicht beachtet wurde, denn der innere Spiral-Ansteckungspunkt war in Einklang zum Isochronismus gebracht worden (Bild 3). Es ist mir unbekannt, ob dieses bewußt oder unbewußt geschehen war, jedoch ergaben diese Stücke einen befriedigenden Gang.

Wir werden uns umstellen müssen und den inneren Ansteckungspunkt dem Isochronismus widmen, da nur dieses von Wert sein kann. Wir haben einsehen müssen, daß Taschenuhren in jeder Lage getragen werden, was ja auch in den deutschen Prüfungsbestimmungen klar zum Ausdruck gebracht wird. Absolut die gleiche Bedeutung des Spiral-Ansteckungspunktes ist natürlich den Armbanduhren beizumessen. Sehr ungünstig wirkt die Nicht-

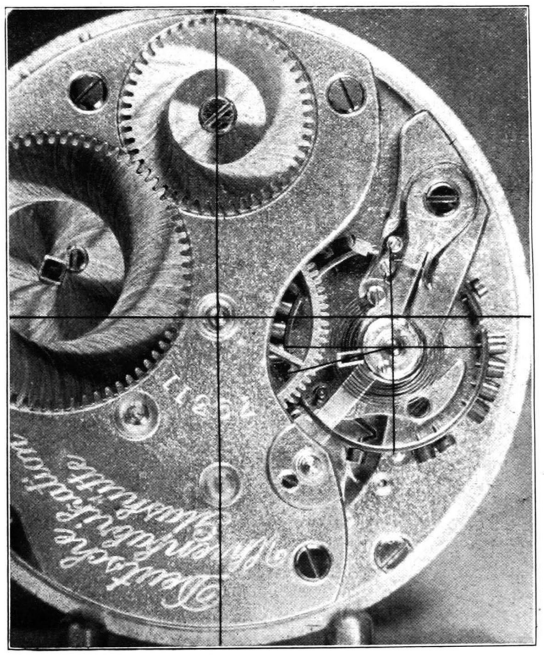

Bild 3

beachtung des isochronen Ansteckungswinkels bei den Stil-Uhren und Reise-Etui-Uhren mit 8-Tage-Werken. Es würde für die Fabrikation keine Mehrarbeit bedeuten, gerade die Spiral-Ansteckungspunkte ihrer 8-Tage-Uhren nach richtigen Grundsätzen auszuarbeiten, denn gerade der Isochronismus-Fehler ist bei diesen Uhren häufig so stark, daß er selbst dem Laien auffällt.

In kurzen Worten wiederhole ich: Die alten Spiral-Ansteckungs-Lehrsätze, die auf falschen Voraussetzungen aufgebaut waren, müssen diesem neuen Platz machen: Eine Spirale ist anzustecken mit 13 Umgängen plus 90 Grad bzw. mit 13 Umgängen plus 270 Grad.

*

An den Vortrag knüpfte sich eine Aussprache an, in der Herr Otto Lange, Glashütte, hervorhob, daß die von Herrn Garbe erwähnte Lage des inneren Spiral-

Ansteckungspunktes rechtwinklig zu der durch das Unruhloch parallel dem Aufzugmittelloch gelegenen Linie nur für Uhren mit Breguet-Spiralen o h n e innere Kurve gültig ist. Diese Beachtung des inneren Ansteckungspunktes hat nur den Zweck, den Spiral-Schwerpunkt, der durch das Ausbrechen der inneren Spiralumgänge für die Spiralrolle tägliche Gangunterschiede in den vier Vertikalen bis zu 10 Sekunden verursacht, dahin zu legen, daß die günstigsten Gänge in den Lagen Bügel oben, rechts und links zu den beiden horizontalen Lagen erreicht werden und der größte Lagenfehler nach der verhältnismäßig seltenen Lage „Bügel unten" verschoben ist. Diese Verschiebung des Lagenfehlers hängt von der Schwingungsweite und von der Größe des Ausbruchs der inneren Spiralumgänge für die Spiralrolle ab.

Die Lage des inneren Spiralansteckungspunktes zum äußeren wirksamen Spiralendpunkt (Ruckerstift) übt bei theoretisch richtiger Außenkurve weder einen Einfluß auf die Lagen- noch auf die Isochronismus-Reglage aus.

In der Aussprache begrüßte es Herr Dr. G i e b e l, daß hier die beiden Funktionen der Ansteckungspunkte, 1. Erzielung von Isochronismus, 2. Beherrschung des Schwerpunktsfehlers, klar geschieden seien. Tatsächlich ist wohl P. Le Roy der erste gewesen, der die Beziehung zwischen Isochronismus und Lage der Ansteckungspunkte untersuchte. Aber er kannte nicht die Gründe und konnte deshalb das Problem nicht in seinem ganzen Umfang erfassen. Das geschah erst durch die Untersuchungen von Berthoud, Lecocq, Lossier und Caspari. Dadurch, daß das Klötzchen bei der Bewegung der Spiralfeder stehen bleibt, statt der Form der Spiralfeder entsprechend etwas nach innen oder außen zu gehen, treten Zusatzspannungen auf. Ist nun der Befestigungspunkt an der Rolle gegenüber dem äußeren Befestigungspunkt, so verursachen die Zusatzspannungen ein Nachgehen in den kleinen Schwingungen. Liegen die Befestigungspunkte auf derselben Seite, so wird ein Vorgehen in den kleinen Schwingungen hervorgerufen. In den Viertelstellungen (Abstand 90° oder 270°) wird also der Isochronismusfehler, wenn nicht ganz verschwinden, so doch klein werden. Diese Erkenntnis gibt uns die Möglichkeit, den Isochronismus zu verbessern durch Verkleinern oder Vergrößern des Winkels von 90 bzw. 270°.

Nun hatte 1879 Julius Großmann die Phillipsche Theorie auf die Breguet-Spirale angewandt und dadurch den Isochronismus der flachen Spiralfeder erheblich verbessert. Er hielt deshalb die ältere Methode für überflüssig und benutzte nun seinerseits die zur Verfügung stehende Freiheit im Ansteckungspunkt, um den Schwerpunktsfehler der Spiralfeder unschädlich zu machen. Er legte den inneren Umgang der Spiralfeder oberhalb der Unruhwelle in der Lage Bügel oben und erreichte dadurch, daß der Schwerpunktsfehler am schlimmsten in der Lage Bügel unten auftritt, die im allgemeinen bei den Sternwartenprüfungen nicht geprüft wird.

Wird sie bei der Prüfung doch berücksichtigt (wie dies auf der Deutschen Seewarte geschieht), so nutzt diese Anordnung nichts. Man muß dann eine Innenkurve anwenden. Bei Armbanduhren, die in allen Lagen benutzt werden, ist diese Regel überhaupt wertlos.

Wohl aber behält die erste Regel ihre Bedeutung. Nicht nur für Spiralfedern ohne Endkurve, sondern auch für solche mit Endkurve. Diese Endkurve kann ja niemals so genau gebogen werden, daß der praktische Isochronismus, der durch sehr viele Eigenschaften der Uhr beeinflußt wird (Zapfenluft der Unruh, Luft im Gabeleinschnitt, Elastizität der Gabel, Ruhe und Überschuß, Zugwinkel, Hebung usw.), vollkommen erreicht wird. Es empfiehlt sich deshalb, die sogenannte Le Roysche Regel auch bei Spiralfedern mit Endkurve anzuwenden. Das tut der Feinsteller auch gefühlsmäßig.

Es wäre nun wertvoll, wenn besonders feine Uhren mit gutem Isochronismus in größerer Zahl darauf untersucht würden, wie die Ansteckungspunkte liegen, um statistisch zu erfassen, wie sich die Regel praktisch auswirkt. Es wäre dankenswert, wenn Herr Garbe später einmal darüber berichten wollte. Wahrscheinlich wird der Winkel meist kleiner sein als 90°.

Quelle: Die Uhrmacher-Woche Nr.37 v.11. Sept. 1937 S.447-449