

(die Spirale also rund und flach läuft), das konzentrische Spiralfederstück der Kurve frei im Schlüssel (innerhalb des Federzeigerbereichs) spielt und die Rolle wiederum zentrisch der Unruhlagung liegt. Nacharbeiten werden hierbei an der Kurve, dem Kurvenanfang, der Klötzchen- und inneren Spiralfederfestigung durchgeführt, bis die aufgezeigten Forderungen und das Spiel an allen Seiten möglichst gleichmäßige Spiel, das „Atmen“ der Spiralfeder (soweit dieses bei der schwingenden Unruh zu beurteilen ist), erreicht sind.

Die Neuarbeit einer Kurve wird dagegen nach Gutdünken durchgeführt, wobei auch hier die aufgezeigten Forderungen sowie als weitere Faktoren: der Abstand der Ruckstifte vom Unruhlager und die Anordnung des Minutenrades für die Formgebung, berücksichtigt werden, die Aufbiegung selbst aber so vorgenommen wird, daß bei montiertem Werk unter dem Kloben liegt. Die Kurvenlänge ist so willkürlich gewählt und die durch die Endkurve zu erfüllende Forderung: den Isochronismus durch die Spiralfeder zu bewerkstelligen, lediglich durch Zufall gewährleistet. Soweit diese Beobachtung, die nicht die Regel, aber auch nicht vereinzelt ist und die allein auf (für die Bestimmung der Endkurve erforderliche) Formelrechnung zurückzuführen sein dürfte.

Aufgabe der Spiralfederendkurve ist es:

1. die Starrheit des äußeren Spiralfederendes durch Aufbiegen desselben über die Windungsebene zu beseitigen, durch richtige Formgebung
2. die gleichmäßige und freie Entwicklung der Spiralfeder zu sichern, und
3. den Schwerpunkt der Spiralfeder auf die Unruhachse zu verlagern.

Die Kennzeichnung der Endkurven entspricht einem durch Ruckstiftabstand und Spiralfederhalbmesser (also Größen, die in der Uhr zumessen sind) ausgedrückten Verhältnis. Die Eigenart der Formgebung wiederum ist durch das von Phillips entwickelte Gesetz definiert, das innerhalb eines Koordinatensystems bei auf der Abszisse anordnetem Kurvenanfang A und dem im Ursprung des Systems liegenden Spiralmittel den Schwerpunkt der Kurve durch die Ordinate

$$y = \frac{R^2}{l}$$

gekennzeichnet (Abb. 2).

Die Lage des Schwerpunktes ist somit

1. durch die veränderlichen Faktoren: Spiralfederhalbmesser R und Kurvenlänge l, sowie
2. durch Anordnung auf der Ordinate (bei zugehörigem x-Wert=0) bestimmt.

Die Kennzeichnung des Kurvenschwerpunktes ist direkt proportional der Kurvencharakteristik.

Die Größenbestimmung der Endkurve

Diese Überlegung und die Eigenart der Endkurve als eine von der Größe des Spiralfederhalbmessers, der Kurvenlänge und der Lage des Schwerpunktes abhängige, für die einzelnen Verhältnisse (Charakteristiken n) jedoch konstante Größe gestattet die zeichnerische Durchführung und Festlegung der verschiedenen Kurven für die Werktschaft. So sind die Gerstenberger-Kurventafeln allgemein bekannt, deren Eigenart in einer (gerade für den praktischen Gebrauch) vorteilhaften Formgebung der Kurven besteht und (abgesehen von den Kurven 66, 90 und 100) einen größeren Kurventeil aus unveränderter Spiralfederklinge zu bilden gestattet.

Die Charakteristik n einer zu bestimmenden Endkurve ist der Prozentsatz des Spiralfederhalbmessers R ausgedrückte Abstand der Ruckstifte r. Es verhalten sich (und das ist die gefürchtete Formel!)

$$R : r = 100 : n$$

$$n = \frac{r \cdot 100}{R}$$

Je größer der Ruckstiftabstand r gewählt wird, desto größer die Kurvennummer n. Je größer dagegen der Spiralfederhalbmesser R bei gleichem Ruckstiftabstand in die Formel eingesetzt wird, desto kleiner die Kurvennummer. Bei einem Spiralfederhalbmesser=1 mm ist die zugehörige Kurvennummer gleich dem Ruckstiftabstand.

In dem eingangs gewählten Beispiel wurde der Spiralfederhalbmesser R mit 4,75 mm ermittelt. Der Ruckstiftabstand r der gleichen Unruh beträgt 3,8 mm. Das Ergebnis dieser in obige Formel eingesetzten Werte kennzeichnet die zu verwendende Endkurve.

$$n = \frac{3,8 \cdot 100}{4,75} = 80.$$

Die Anwendung der Fluchtlinientafel (Abb. 3) für diese Größenbestimmung ist sehr einfach. Es erfolgt die Eintragung des gemessenen r- und R-Wertes (Ruckstiftabstand und Spiralfederhalbmesser) in die zugehörigen äußeren Leitern, deren Skalen wiederum logarithmisch von unten nach oben bzw. von oben nach unten geteilt sind. Die Verbindung beider Eintragungen (die Fluchtlinie) kennzeichnet auf der mittleren Leiter die gesuchte Kurvennummer. Wir lesen ab: n = 80.

Die Begrenzung der Kurvenlänge erfolgt durch die Ruckstifte. Eine Änderung der Ruckstiftstellung bewirkt also für die Regulierung

automatisch eine Änderung der Kurvenlänge und damit eine Verlagerung des Schwerpunktes der Kurve, die ihrerseits wieder eine wesentliche (und veränderliche) Gangunregelmäßigkeit hervorrufen kann. Präzisionsuhren sind aus diesem Grunde nur durch Änderung des Unruhgewichtes feinzustellen, während für Uhren mittlerer Qualität geringe Toleranzen in der Änderung der Ruckstiftstellung zulässig sind. Wesentlich ist für die Bestimmung der Kurvenlänge und des Kurvenanfangs weiter die Kenntnis der (nachfolgend aufgezeigten) Winkelwerte sowie die Lage der inneren Spiralfederbefestigung (für letztere lassen sich konkrete Angaben durch die Verschiedenheit der Werkanordnungen allerdings nicht machen).

Die Punktkoordinaten und Winkelwerte für die meist gebrauchten Endkurven

Die Punktkoordinaten dienen der Entwicklung der Gerstenberger-Kurven, die Winkelwerte dagegen der Werktschaftarbeit. Die Zahlenangaben erfolgen jeweils für den Einheitshalbmesser R = 1. Nach der aufgezeigten Kennzeichnung

$$n = \frac{r \cdot 100}{R}$$

ist der durch den Ruckstiftabstand r bestimmte Endhalbmesser somit gleich dem mit 0,01 multiplizierten Vielfachen der Kurvencharakteristik. Der Spiralfederhalbmesser R entspricht dem Anfangshalbmesser der Kurve.

Die Punktkoordinaten kennzeichnen die Kurvenform. A ist der Kurvenanfang, E die Ruckstiftstellung. Der Punkt F kennzeichnet den Abzählpunkt und J den inneren Ansteckungspunkt der Spiralfeder. Es ist das Spiralfederstück A ÷ F gleich der Kurvenlänge A ÷ E. Beide Werte sind außerdem durch die Winkel FOA und AOE bestimmt. Das Kurvenstück 1 ÷ 2 der Gerstenberger-Kurve 80 (Abb. 4) ist aus unveränderter Spiralfederklinge gebildet, während A ÷ 1 und 2 ÷ 3 Anschlußbogen sind und das Kurvenstück 3 ÷ E sowie die Verlängerung über E hinaus (der Zusatzbogen für die Klötzchenbefestigung) konzentrisch im Endhalbmesser r anzuordnen sind.

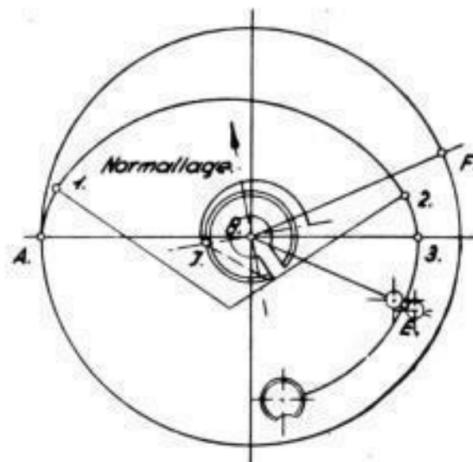


Abb. 4. Gerstenberger-Endkurve 80

Die Angabe der Punktkoordinaten erfolgt für rechtsgewundene Federn. Eine linksgewundene Feder macht die Umkehrung der x-Vorzeichen erforderlich.

1. Kurve 80:

| | | | |
|----|------------|-----------|--------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 156° |
| 1. | x = -0,93 | y = +0,22 | ∠ AOE = 203° |
| 2. | x = +0,735 | y = +0,21 | R = 1 |
| 3. | x = +0,8 | y = 0 | r = 0,8 |
| E. | x = +0,73 | y = -0,31 | l = 2,745 |

2. Kurve 75:

| | | | |
|----|------------|------------|----------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 161,5° |
| 1. | x = -0,87 | y = +0,325 | ∠ AOE = 212° |
| 2. | x = +0,6 | y = +0,35 | R = 1 |
| 3. | x = +0,75 | y = 0 | r = 0,75 |
| E. | x = +0,635 | y = -0,395 | l = 2,82 |

3. Kurve 70:

| | | | |
|----|------------|------------|----------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 175,5° |
| 1. | x = -0,71 | y = +0,55 | ∠ AOE = 228,5° |
| 2. | x = +0,405 | y = +0,545 | R = 1 |
| 3. | x = +0,7 | y = 0 | r = 0,7 |
| E. | x = +0,46 | y = -0,525 | l = 3,075 |

4. Kurve 67:

| | | | |
|----|------------|------------|----------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 177° |
| 1. | x = -0,705 | y = +0,555 | ∠ AOE = 233,5° |
| 2. | x = +0,28 | y = +0,625 | R = 1 |
| 3. | x = +0,66 | y = +0,065 | r = 0,67 |
| E. | x = +0,4 | y = -0,535 | l = 3,99 |

5. Kurve 66:

Die Kurve 66 weicht als „2/3-Kurve“ in der Formgebung von den aufgezeigten Kurvenformen ab. Sie setzt sich aus zwei Kreisbögen zusammen:

1. einem Halbkreis (ausgehend vom Kurvenanfang A) mit dem Halbmesser 0,833, und
2. einem anschließenden Bogen mit dem Endhalbmesser 0,667 (= 2/3 des Anfangshalbmessers).

| | | | |
|----|-----------|------------|--------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 204° |
| E. | x = +0,08 | y = -0,658 | ∠ AOE = 263° |
| | | | R = 1 |
| | | | r = 0,667 |
| | | | l = 3,575 |

6. Kurve 60:

| | | | |
|----|------------|------------|----------------|
| A. | x = -1 | y = 0 | ∠ FOA = 186,5° |
| 1. | x = -0,86 | y = +0,37 | ∠ AOE = 252° |
| 2. | x = +0,3 | y = +0,67 | R = 1 |
| 3. | x = +0,625 | y = -0,07 | r = 0,6 |
| 4. | x = +0,465 | y = -0,37 | l = 3,265 |
| E. | x = +0,185 | y = -0,565 | |

