

zunehmendes Nachgehen aufweisen, so beruht dies auf einer anderen Ursache, die in der bisher angewandten Form der Endkurven zu suchen ist.

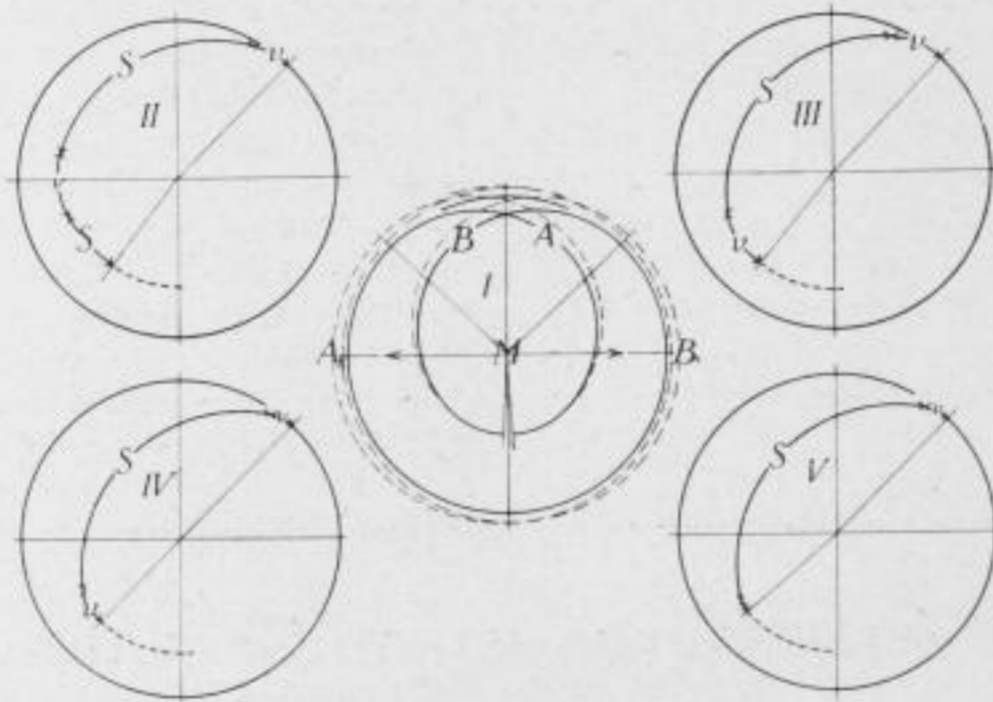
Während auf dem Gebiete der Unruh und Spiralfeder einesteils so bedeutende Verbesserungen geschaffen wurden, ist es zu verwundern, daß nicht auch die Fortschritte in der Kurventheorie praktische Verwertung fanden, da den allgemein angewandten Kurven entschieden noch Nachteile anhaften. Die bisher übliche Kurvenform ist derart, daß sich eine Verbiegung des ganzen als Kurve verwendeten Spiralstückes nötig macht. Die Spiralklinge wird also durch die beiden Kurven auf etwa einem Umgange ihrer Länge in der Struktur verändert, und dadurch wird auch ihre Elastizität und Widerstandsfähigkeit vermindert. Diese Störung in der Struktur der Spiralfederklinge bleibt bei den bedeutenden Kraft- und Spannungs-Verhältnissen nicht ohne Wirkung, da die hartgewalzte Spiralfeder trotz ihres vorhin erwähnten Vorzuges nicht die hohe Elastizität besitzt wie die gehärtete Spiralfeder. Als eine natürliche Folge tritt dann in den ersten Gangmonaten des Chronometers eine gewisse Unstetigkeit ein, da die in ihrer Form veränderte Spiralklinge das Bestreben hat, sich in die alte Lage zurückzugeben, so daß ein geringes Öffnen der Kurven entsteht, das sich im allgemeinen in einem Nachgehen äußert. Es ist also zu unterscheiden, daß im Gegensatz zur feuergehärteten Spiralfeder, bei der die volle Spiralfeder einer nachträglichen langandauernden Beruhigung bedurfte und die Wirkung auf das Gangergebnis darum eine beträchtliche war, hier nur mit einer Veränderung der Kurven zu rechnen ist und der Einfluß auf das Gangergebnis daher auch nicht mehr so bedeutend sein kann.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil, der ebenfalls eine Folge der durch die übliche Kurvenform geschwächten Elastizität der Spiralfeder ist, besteht jedoch in der geringeren Widerstandsfähigkeit und der Empfindlichkeit dieser Kurven gegen äußere Einflüsse. Wenn es bei dem hauptsächlichsten Verwendungszweck des Chronometers, also in der Schifffahrt, tatsächlich vorkommt, daß bei hohem Seegange das Chronometer durch das Schlingern des Schiffes zum Stehen kommt, so besteht auch die Möglichkeit, daß unter diesem Einflusse oder bei anderem Gebrauche des Chronometers durch den Transport oder irgendwelche ungünstigen Bewegungen die Schwingungswerte stark zunimmt. Wächst sie auf über anderthalb bis eindreiviertel Umgang an, so besteht bei Anwendung der üblichen Kurven bereits eine Gefahr für die Regulierung, da die Kurven für diesen erhöhten Spannungsgrad nicht immer genügend widerstandsfähig sind; sie öffnen sich und verursachen eine Gangänderung, unter Umständen eine vollständige Zerstörung der Reglage. Da sich die erwähnten, den Fachkreisen auch bekannten Mängel als eine Folge der bisher bestehenden Kurvenformen klar nachweisen lassen, so muß die Möglichkeit einer Verbesserung zweifellos in der Konstruktion einer entsprechend widerstandsfähigeren Kurve gegeben sein und zwar dadurch, daß wir auch hier die Kurve mit ungebogener Spiralklinge anzuwenden suchen.

Nun liegen die Verhältnisse in der Chronometrie allerdings wesentlich anders und schwieriger als bei der Taschenuhr, da die idealste Kurvenform, also die theoretische

Endkurve, nicht anwendbar ist. Den mit der Chronometrie vertrauten Kreisen dürfte bekannt sein, daß infolge der bedeutenden Zentrifugalkraft der schweren Massen-Unruh des Seechronometers wie auch wegen der im gleichen Sinne wirkenden Eigenschaft der Chronometerhemmung besondere Schwierigkeiten entstehen, den Isochronismus mit theoretischen Endkurven zu erzielen. Da wir gezwungen sind, einer natürlichen Beschleunigung in den kleineren Schwingungsbögen entgegenzuwirken, so benötigen wir entweder berichtigte Endkurven, die der Praxis angepaßt sind, oder wir müssen bei Gebrauch der theoretischen Endkurven eine Isochronismusfeder an die obere, äußere Kurve legen, welche durch entsprechende Anordnung die Beschleunigung in den kleinen Schwingungswerten aufhebt bzw. vermindert. Von der allgemeinen Anwendung der Isochronismusfeder sieht man jedoch ab, da sie mit Reibung arbeitet, und man bevorzugt die berichtigten Endkurven, die uns also hier notgedrungenweise wertvoller sind als die theoretischen Kurven.

In unserer Abbildung zeigt nun zunächst die Darstellung I die Kurvenform und Anlage, wie sie sich für die in der deutschen Chronometer-Industrie allgemein eingeführte Glashütter Nickelstahl-Unruh notwendig macht. In jahrelanger Erfahrung hat man diese für den Isochronismus geeignete Form, ebenso die rechte Lage der Kurven und Befestigungswinkel zueinander ermittelt, und man wendet sie nahezu unverändert an oder doch nur mit den geringen Abweichungen, die sich hauptsächlich durch kleine Verschiedenheiten in der Elastizität der Spiralfeder und damit zusammenhängend auch durch eine veränderte Kompensationswirkung der Unruh



oder auch aus der letzteren allein ergeben. Die Kurvenform selbst entspricht etwa jener der ursprünglichen (veralteten) 67er Kurve, welche in ihrer ganzen Länge auf einem vom Spiralhalbmesser abweichenden Halbmesser gebildet ist; damit eine einseitige Entwicklung der Spiralfeder erreicht wird, ist die Kurve kürzer gehalten, als es der theoretischen Form entspricht, und der Ansteckungspunkt weiter nach innen gelegt. — Der Isochronismusausgleich muß nun nach dem gleichen Prinzip erfolgen, das uns aus der früheren Abhandlung über die flache bzw. die Breguet-Spiralfeder (Nrn. 18, 20 und 22, Jahrgang 1926 der Deutschen Uhrmacher-Zeitung) bereits bekannt ist; es tritt hier nur an Stelle des inneren Ansteckungspunktes die innere Kurve. Um also ein Nachgehen in den kleinen Schwingungswerten zu erreichen, müssen nach der früheren Feststellung an der flachen Spiralfeder die Ansteckungspunkte und Entwicklungslinien entgegengesetzt liegen, in den vorliegenden Fällen also die Entwicklungslinien der beiden Kurven A und B (Darstellung I) in der Ruhelage der Unruh, also bei ungespannter Spiralfeder, entgegengesetzt liegen, wie dies aus den punktiert eingezeichneten Entwicklungskreisen ersichtlich und durch die beiden Pfeile besonders markiert ist. Da die Spiralfedern stets links gewunden sind, so ist A die innere Kurve mit den gestrichelt gezeichneten Entwicklungskreisen  $A_1$  und der Entwicklungslinie  $MA_1$ , B die äußere Kurve mit den strichpunktiert gezeichneten Entwicklungskreisen  $B_1$  und der Entwicklungslinie  $MB_1$ . Die Spiralfeder liegt in der Ruhelage; die Entwicklungskreise sind jedoch für eine Winkelspannung der