

Das äußere Ende der Spiralfeder

Von A. Helwig, Oberlehrer an der Deutschen Uhrmacherschule

Mit dem inneren Ende der Spiralfeder und mit ihrer Befestigung an der Rolle sollten wir auf Grund des vorjährigen Kalenderaufsatzes genau Bescheid wissen. Als Thema der vorliegenden Schlußabhandlung verbleibt uns die Besprechung des äußeren Spiralfederteiles, der Kurve, welche sie im Verein mit der Hochbiegung, den sogenannten Knien, zur Breguet-Spiralfeder macht. Es sei hier nicht erörtert, worin Breguets Verdienste um die nach ihm benannten Spiralfedern bestehen. Betrachten wir die beiden Knie einer Breguet-Spiralfeder vom Standpunkt eines denkenden Metallarbeiters aus, so müssen wir feststellen, daß die Spiralklinge hochkant zweimal verbogen, nicht gebogen, ist. Sehen wir uns diese Biegungsstellen etwa mit einem neuzeitlichen Werkstattmikroskop an, so müssen wir weiter feststellen, daß sie recht schlecht aussehen. Das ist bei der Art der Herstellung dieser Biegungen auch gar kein Wunder, und es ist an der Zeit, einmal klar auszusprechen, daß die Breguet-Spiralfeder weder der Art ihrer Herstellung, noch ihrer ganzen Anlage nach diejenige Sorgfalt aufweist, welche an allen anderen Stellen der feinen Uhr inbezug auf Materialbehandlung und Bauart aufgewendet wird. Man mag diese Breguet-Knie herstellen, wie immer man will, stets ist damit eine ganz unglaubliche Beanspruchung des Stahlgefüges verbunden.

Wenn ein Schmied ein Stück Flacheisen, bei dem sich die Dicke zur Breite wie 1 : 4 verhält — das ist nämlich ungefähr das Verhältnis bei der Spiralklinge! — hochkant in einen Winkel zu biegen hat, welcher dem der Breguet-Knie ent-

spricht, also etwa in einen Winkel von 30° , so wird das selbstverständlich in glühendem Zustande gemacht, denn von der sogenannten „Kaltschmiede“, wie das spöttisch genannt wird, hält der materialkundige Metallarbeiter nichts. Das Bestreben des Schmiedes läuft dabei in der Hauptsache darauf hinaus, auf der Innenseite der Biegung die Materialanhäufung, welche naturgemäß durch die Stauchung entsteht, an die Außenseite der Biegung hin zu hämmern, eben dorthin, wo durch die Dehnung ein Mangel an Material entsteht. Wenn jedoch der Stab einfach kalt hochkant gebogen wird, so sieht die Sache wirklich mürksig aus. So ähnlich sehen auch unsere Breguet-Knie aus, nur zufällig nicht ganz so schlimm, weil unser Spiraldraht nun einmal meistens ein bißchen hart ist, und einigermaßen harter Stahl läßt sich nicht sehr zusammenpressen. Unser Kniebiegen besteht fast nur aus einer Dehnung des Stahlgefüges, dafür aber in einer ganz gehörigen, und daß das geht, ist fast ein Wunder zu nennen. Aber wer schon viele Breguet-Knie gebogen hat, der weiß auch, wie viele Federn dabei gebrochen sind, und daß man jedesmal nach gelungenem Biegen denkt: „wieder einmal ist es gut gegangen; wer weiß, was geschehen wäre, wenn ich noch ein wenig weiter hätte biegen müssen“. Mag sein, daß dieser oder jener Fachmann hier glaubt, behaupten zu müssen, so etwas könne ihm nicht passieren und wäre ihm nie passiert. Dann waren seine Spiralfedern eben nicht hart, sondern sehr schön weich!

Welche Sorgen die Endkurven allein, ohne an die Knie zu denken, dem Regleur bereiten, geht am deutlichsten aus der Abhandlung von G. Gerstenberger in Nummer 29 der Deutschen Uhrmacher-Zeitung des Jahrganges 1928 hervor. Alle Mühe wird darauf verwendet, das Stahlgefüge zu schonen, und einleuchtend ist dort dargelegt, wie nicht nur das Biegen der Kurven selbst, sondern auch ihre Form Einfluß auf die Dauerhaftigkeit

der Reglage ausübt. Wenn schon die milde Beanspruchung des Stahles beim Biegen der Kurve die größten Sorgen macht, wie sehr sollte man da erst die bis an die Bruchgrenze gehende Beanspruchung des Gefüges beim Biegen des Knies in Rechnung stellen! Aber bei der Breguet-Spiralfeder ist es aus Achtung gegen den Namen Breguet einfach zum guten Ton geworden, die Knie und die gefährlichen Folgen ihres Biegens mit Stillschweigen zu übergehen. An der fertigen Spiralfeder gehen den Reparateur die Knie auch nichts mehr an, anders aber ist es, wenn er sich plötzlich gezwungen sieht, eine neue Breguet-Spiralfeder aufsetzen zu müssen.

In diese peinliche Lage wird wohl heute jeder Gehilfe wenigstens einmal in seinem Leben versetzt, wenn er die Meisterprüfung ablegen will, so geschickt er auch dem Aufsetzen von Breguet-Spiralfedern bis dahin aus dem Wege gegangen sein mag. Mit der Endkurve selbst wird er ja schließlich fertig werden, da sie sich solange verbessern läßt, bis sie paßt, allerdings auf Kosten ihrer Güte. Sitzen aber die Knie von vornherein an der falschen Stelle, oder sind sie gar zu viel in die Höhe gebogen worden, so werden alle Versuche zur Wiedergutmachung scheitern. Da über die Form der Endkurven, auch über die Art ihres Herstellens und Biegens die allerbesten Abhandlungen geschrieben worden sind, scheint es hier heute wichtiger, die Herstellung und Bedeutung der Knie recht genau zu erörtern, ungeachtet der Gefahr, für zu gründlich erklärt zu werden.

Wenn die Spiralfeder an der Rolle angesteckt worden ist, so steht der Unerfahrene jedesmal vor der schwierigen Frage, wo sich die Hochbiegung, also das erste Knie, befinden soll, und in welche Höhe über die eigentliche Spiralfeder man die Endkurve zu legen hat. Die erste Frage ist von höchster Wichtigkeit, weil alles bei der Reglage von der richtigen Lage des ersten Knies abhängt.

Glücklicherweise gibt es eine Grundregel dafür, die keinerlei Ausnahme gestattet, denn gerade die Frage, ob ein Ausnahmefall vorliegt, ist immer schwer zu beantworten. Das erste Knie kommt nämlich dorthin, wohin es der innere Ansteckungspunkt haben will; dieser hat seine bestimmte Lage, die folgendermaßen bestimmt wird: Nehmen wir an, die Uhr hänge, gedacht oder tatsächlich, an ihrem Bügel an der Wand und sei abgelaufen. Wir betrachten sie von der Werkseite aus, und

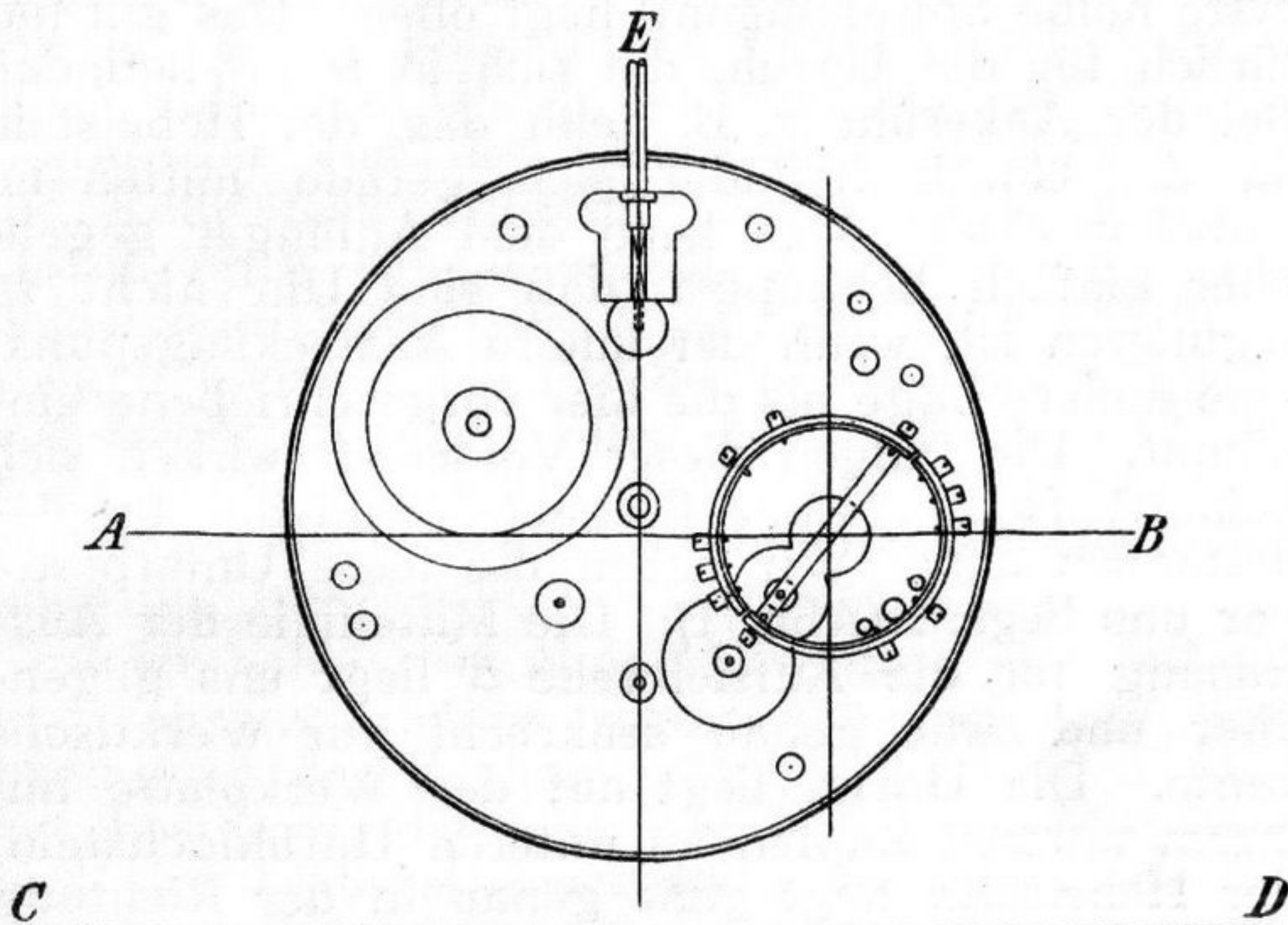


Abb. 1

denken uns mitten durch den Unruhlochstein eine wagerechte Linie (*A B* in *Abb. 1*) gezogen. Auf dieser Linie muß der innere Ansteckungspunkt der Spiralfeder liegen, also die Stelle, an welcher die Klinge die Rolle verläßt, und zwar so, daß der erste halbe Umgang der Spiralfeder oben liegt. Das ist etwas so kinderleichtes, daß man kein Wort weiter darüber zu verlieren braucht. Diese Regel über die Lage des inneren Ansteckungspunktes wird den jungen Uhrmachern meistens in recht ungenießbarer Form vorgesetzt. Es ist da

immer die Rede von rechtsgewundenen Spiralfedern, die links angesteckt sein sollen, und von linksgewundenen, die wieder rechts angesteckt sein sollen, weiterhin von gedachten Linien, die rechtwinklig zu anderen gedachten Linien liegen sollen. Dagegen stellen wir noch einmal und zwar so kurz als möglich unsere einfache Regel: Die Uhr ist am Bügel an der Wand hängend gedacht; der innere Ansteckungspunkt liegt auf einer Waagrechten, die durch die Unruhmitte geht, und der erste halbe Spiralumfang liegt oben. Das gilt natürlich für die Unruh, die sich in Ruhe befindet. Bei der Ankeruhr z. B. heißt das, der Hebelstein an der Unruh befindet sich gerade mitten im Gabeleinschnitt. Man kann dem Anfänger gegenüber einfach behaupten, daß eine Uhr nicht zu regulieren ist, wenn der innere Ansteckungspunkt eine andere Lage als die hier vorgeschriebene einnimmt. Die Folgen dieser Vorschrift wirken sich beim Aufsetzen einer Breguet-Spiralfeder folgendermaßen aus: Wir haben die leere Unterplatte vor uns liegen. (Abb. 1). Die Mittellinie der Ausfräsung für die Aufziehwelle *E* liegt uns gegenüber und zwar genau senkrecht zur Werkstückkante. Die Unruh liegt auf der Werkplatte mit ihrem unteren Zapfen im unteren Unruhlochstein; der Hebelstein liegt ganz genau in der Richtung nach dem unteren Ankerlochstein zu. Wir fassen die schon an der Rolle angesteckte Spiralfeder an ihrem äußeren Ende mit der Kornzange, suchen den inneren Ansteckungspunkt und legen die Spiralfeder so auf die Unruh, d. h. die Rolle auf den entsprechenden Ansatz der Welle, daß der innere Ansteckungspunkt auf einer Linie *AB* liegt, welche parallel zur vorderen Werkstückkante *CD* durch die Unruhmitte geht. Ob nun der Ansteckungspunkt rechts oder links von der Unruhmitte liegen muß, bedarf überhaupt keiner tiefgründigen Untersuchung mehr, wenn wir nur die Forderung erfüllen, daß der erste halbe Umfang der Spiral-

feder oben liegen soll. Wir können natürlich die Spiralrolle noch nicht gleich festdrücken, und da sie zunächst nur ganz lose haften kann, so ist zu befürchten, daß sie ihre Stellung schon ändert, ehe wir die Unruh von der Platte abgehoben haben. Um das zu verhindern, gibt es ein einfaches Verfahren, und das besteht darin, daß man sich einfach merkt, an welcher Stelle des Unruhreifens das äußere Ende der Spiralfeder stehen muß, wenn der innere Ansteckungspunkt an der richtigen Stelle steht. Man kann die Stelle sogar mit ein wenig Polierrot bezeichnen und dann in aller Ruhe die Unruh mit der lose aufgelegten Spiralfeder von der Unterplatte abnehmen, um die Rolle festzudrücken. Schnell wird nun die Unruh noch einmal auf die immer noch richtig daliegende Unterplatte gelegt, damit wir uns überzeugen können, daß der innere Ansteckungspunkt auf seiner richtigen Linie geblieben ist und der erste halbe Umgang oben, also von uns abgewendet, liegt, wenn der Unruhhebelstein genau nach der Ankerwelle hin gerichtet ist.

Jetzt haben wir ohne Hilfsmittel, aber schnell und absolut richtig schon eine wichtige Vorbedingung der Reglage erfüllt, nämlich den Winkel bestimmt, der von der Hebelstein-Mittellinie und der Linie eingeschlossen wird, auf welcher der innere Ansteckungspunkt liegen muß. Wie groß dieser Winkel ist, das ist an sich ohne jeden Einfluß auf den Gang der Uhr, aber von der Einhaltung dieses Winkels hängt es ab, ob der innere Ansteckungspunkt zuletzt an seiner richtigen Stelle liegen wird, und das ist es, wovon soviel abhängt. Da dieser Winkel der grundverschiedenen Bauarten wegen bei jeder Uhr ein anderer sein muß, so läßt sich eine allgemeine Vorschrift für seine Größe nicht geben.

Nun setzen wir den Unruhklub auf und geben der Unruh wieder ihre Nullstellung. Diese muß gesichert werden, indem wir ein Stückchen

Papier unter den Reifen klemmen. Der Unruhklubben muß nicht nur angedrückt, sondern wirklich festgeschraubt werden, denn sonst könnten wir uns schwer über die Höhe täuschen, die wir der Kurve zu geben haben. Das Spiralklötzchen ist auch fest zu schrauben; falls es in der Höhe verstellbar ist, gebe man ihm eine mittlere Lage. Nunmehr ist die Höhe zu bestimmen, welche die Kurve über der Ebene des Spiralefederkörpers einzunehmen hat. Man braucht dazu keinen umständlichen Meßapparat, sondern einfach ein Stück runden Messingdrahtes, das man so zurechtfeilt, daß es als eine Art Lehre für die Höhe der Kurve dienen kann. Wer eine größere Anzahl Taschenuhrschraubenzieher verschiedenster Stärken besitzt, wird wahrscheinlich einen davon als Höhenmaß benutzen können. Es kommt ja nur darauf an, irgend ein drahtartiges Gebilde zu haben, das so dick ist, daß seine Stärke gerade dem Raum zwischen der Spiralfeder und dem Befestigungsloch im Klötzchen entspricht. Richtet man sich bei der Biegung der Knie noch dieser Lehre, so wird die Höhe der Kurve stimmen, ohne daß man ein einziges Mal im Werk probieren müßte. Es ist dringend zu empfehlen, alle Arbeiten beim Spiralaufsetzen auf der leeren Unterplatte zu machen. Klubben und Laufwerk stören sehr; sie werfen auch Schatten, und Ungenauigkeiten sind die schließliche Folge. Nur um zu sehen, ob das Minutenrad die Spiralfeder nicht belästigen kann, wird es schnell einmal eingesetzt, aber mit richtig festgeschraubtem Klubben, denn wenn es schief steht, weil der Klubben nur aufgedrückt ist, so hat diese Prüfung gar keinen Zweck, und es ist schade um die dafür aufgewendete Zeit.

Es wird nun auf der Unruh der Punkt bestimmt, auf dem in der Ruhelage die Rückerstifte stehen. Es wird aber weder etwas angezeichnet, noch sonst irgend ein Merkpunkt gesucht, sondern der letzte Umgang der Spiralfeder wird an der Rücker-

stiftstelle einfach abgebrochen, also bei *A* (Abb. 2). Das kann man getrost tun, weil doch in der Regel die Spiralfedern um mehrere Umgänge zu lang sind. Auf jeden Fall soll man beim Ausschuchen einer Spiralfeder darauf achten, daß mindestens ein ganzer Umgang als Überschuß vorhanden ist. Das so gefundene Ende der Spiralfeder ist für uns

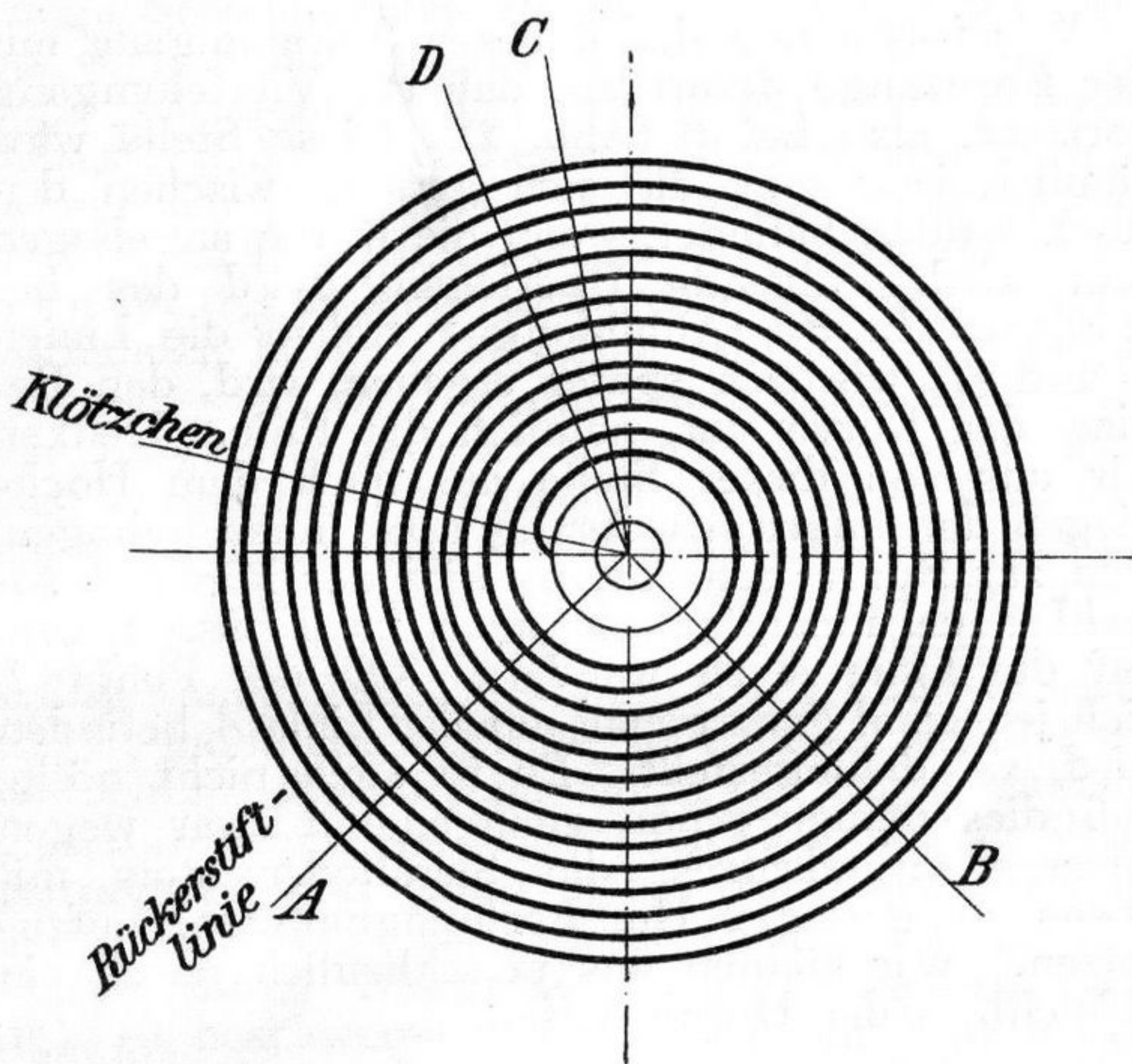


Abb. 2

schon die erste Hilfe beim Bestimmen der Stellung der Knie. Dieses Abbrechen ist die allein bewährte Art der Punktbestimmung, denn selbst wenn wir aus irgend einem Grunde die Spiralfeder nochmals von der Unruh abheben müßten, kann uns der durch das Abbrechen festgelegte Punkt niemals wieder verloren gehen, und die Lage des inneren Ansteckungspunktes bleibt gesichert, wenn wir uns vor dem Abheben der Spi-

ralfeder von der Unruhwelle merken, an welcher Stelle das äußere Ende der Spiralfeder zu den Schrauben im Unruhreifen steht. Die Hauptsache war es, die Spiralfeder außen dort abzubrechen, wo die Rückerstifte stehen, natürlich an einer Stelle, bei der die Spiralfeder noch um einen oder mehrere volle Umgänge zu lang ist.

Wir fassen nun den äußeren Spiralumfang mit der Kornzange derart an, daß ein Viertelumfang vorsteht, also bei *B* (Abb. 2). Diese Stelle wird nämlich jene sein, die sich gerade zwischen den Rückerstiften befindet, wenn die Kurve angebogen sein wird. Folgende Überlegung wird das bestätigen: In der Abbildung 2 stellen die Linien *C* und *Q*, wie sich später ergeben wird, den Beginn der Kurve vor, nämlich die Knie. Denken wir uns von dieser Stelle aus nach dem Hochbiegen den äußeren Umgang nach innen gebogen, also zur Kurve geformt, so wird der Punkt *B* sowohl nach innen zu als auch im Kreise herum auf die Linie *A* zu wandern. Ob der Punkt *B* sich jedesmal ganz genau auf der Linie *A* befinden wird, sei dahingestellt. Es ist auch nicht nötig, daß dies immer genau gelinge, und zwar wegen unseres Grundsatzes, die Spiralfeder stets mit etwas zu geringer Unruhschwingungszahl aufzusetzen. Wir können uns ja schließlich durch ein Erleichtern der Unruh helfen.

Es ist hier gewissermaßen behauptet worden, daß aus einem gerade einen halben Umgang langen Stück des äußeren Spiralumganges eine einen Dreiviertelumfang lange Kurve entsteht. Das stimmt nicht immer ganz genau, aber für die allermeisten Kurven, welche beim Reparateur vorkommen werden, kann man sich nach dieser Faustregel sehr gut richten. Dabei muß man bei der Betrachtung der Abbildung 2 wohl daran denken, daß die Spiralfeder schon bei *A* abgebrochen war; das Stück *A D* fehlt also schon längst!

Ein kleiner Trick sei dem Reparatteur, welcher nur hin und wieder eine einzelne Breguet-Spiralfeder aufzusetzen hat, freundschaftlich empfohlen: man muß eine Breguet-Spiralfeder immer so aussuchen und abzählen und sie vor dem Biegen der Kurve derart durch Abbrechen in ihrer Länge bestimmen, daß die Unruh unter allen Umständen einige Schwingungen zu wenig macht, etwa zwei bis drei in der Minute. Natürlich wird die Uhr dann nachgehen; aber wie leicht ist es doch, dieses Nachgehen zu beseitigen, denn man braucht ja nur ein oder zwei Paar Unruhschraubenköpfe leichter zu machen, natürlich nur soviel, daß auch noch für das spätere Abwiegen etwas Mehrgewicht vorhanden bleibt. Was aber will der Reparatteur machen, wenn die Uhr mit seiner frisch aufgesetzten Breguet-Spiralfeder vorgeht? So stark wird das Vorgehen ja schließlich auch nicht sein, daß ein volles Paar neuer Unruhschrauben hinzugesetzt werden darf. Und wenn das doch der Fall wäre, woher wollte er wohl die Schrauben nehmen? Sie selbst anzufertigen, kommt des Zeitverlustes wegen gar nicht in Frage, und die im Handel erhältlichen Schrauben passen in der Regel niemals. Das Unterlegen von Scheibchen ist in hohem Maße zeitraubend und erfüllt selten den Zweck. Es ist auch noch aus einem anderen Grunde töricht, eine Unruh durch Hinzusetzen von Schrauben oder dgl. zu beschweren, denn die Unruh beantwortet die Vermehrung ihres Gewichtes sofort durch eine Abnahme der Größe des Schwingungsbogens. Es ist also streng darauf zu achten, daß die Spiralfeder, wenn sie nicht zufällig ganz richtig abgepaßt wird, lieber ein wenig zu lang ausfällt.

Kehren wir nun zu dem Augenblick zurück, da wir die Spiralfeder um einen Viertelumfang kürzer faßten, als wir sie abgebrochen hatten. Wir zählen die Schwingungen ebenso ab, wie wir es bei jeder Zylinderuhr-Spiralfeder immer machen, und da alle Spiralfedern von vornherein zu lang geliefert wer-

den, dürfen wir uns nicht wundern, wenn die Unruh nur etwa 135 Doppelschwingungen oder noch viel weniger in der Minute macht. Ohne nun aber irgend einen Versuch zu machen, an der Spiralfeder die Stelle zu finden, bei der sich die Schwingungszahl 150 ergibt, brechen wir sofort einen vollen Umgang ab. Wir haben dadurch genau den Punkt festgehalten, über dem die Rückerstifte stehen. Auch jetzt wird die Spiralfeder wieder um einen Viertelumgang kürzer gefaßt, und das Ab-

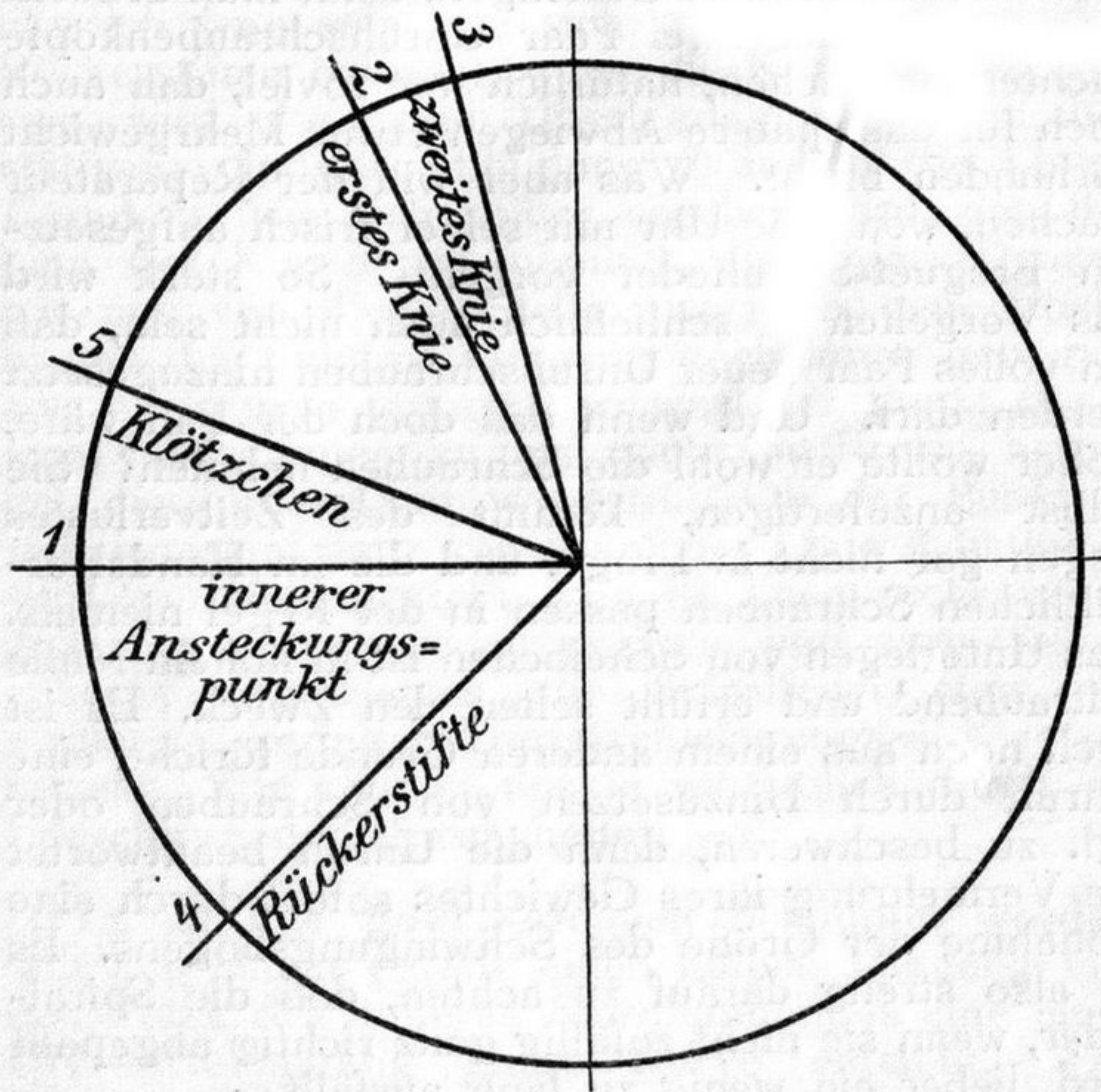


Abb 3

zählen mag nun ergeben, daß die Unruh 143 Schwingungen macht.

Wenn wir der richtigen Schwingungszahl bis auf weniger als 10 Schwingungen nahe gekommen sind, dann brechen wir nicht mehr ab,

sondern wir fassen die Spiralfeder um genau einen vollen Umgang kürzer. Gesetzt, wir stellten danach fest, daß die Schwingungszahl jetzt 152 beträgt. Nun ist der Augenblick gekommen, in dem gar zu oft eine Unbesonnenheit ausgeführt wird. Die Spiralfeder wird ein wenig länger gefaßt und dabei die Stelle gesucht, welche die gewünschten 150 Schwingungen ergibt. Wenn wir das tun, so verändern wir die Lage des inneren Ansteckungspunktes. Es ist ja aber gerade der Hauptzweck dieser Ausführungen, zu zeigen, wie man eine Breguet-Spiralfeder ohne jede Hilfseinrichtung und ohne jeden Zeitverlust so aufsetzen kann, daß der innere Ansteckungspunkt auf seiner wagerechten Linie liegt, genau so, als wenn der Spezialist in der Fabrik mit seiner sogenannten *plaque* (Abb. 3) die Punkte mühelos bestimmt, wenn er auch für jedes Kaliber eine andere Platte braucht; auch der Umstand, ob es sich um eine offene Uhr (Lépine) oder um eine Savonnetteuhr handelt, bringt eine Änderung um einen Viertelumfang mit sich. Jedenfalls ist soviel sicher, daß wir die Spiralfeder wieder an dem Punkte fassen müssen, bei dem sie 143 Schwingungen machte, und wir wissen auch gleich, daß wir die Unruh später leichter machen werden, was wir, wie erwähnt, dem Schwerermachen bei weitem vorziehen. Die Spiralfeder ist nunmehr fertig zum Anbiegen der Knie.

Bevor aber die Knie angebogen werden können, muß man wissen, welche Kurve von den verschiedenen, die es gibt, in Frage kommt, und ferner muß man die Länge der Kurve kennen, da sie für die Lage der Knie bestimmend ist. Nur der vollkommen ausgebildete Theoretiker ist imstande, für jede Uhr die richtige Kurve auszurechnen und zu zeichnen. Hier helfen dem Praktiker am besten die Gerstenbergerschen Kurventafeln, welche für jede Uhr eine Kurve aufweisen. Selbst der erfahrenste Theoretiker wird sich dieser durchaus vollkommenen Vorlagen bedienen und erst recht der

Reparateur draußen im Lande. Ohne solche Tafeln ist ihm das Bestimmen und Biegen wirklich richtiger Kurven vollkommen unmöglich. Diesen Tafeln wird eine kleine Gebrauchsanweisung beigegeben, die es jedermann ermöglicht, sofort die richtige Kurve auszusuchen.

Wenn es soweit ist, dann geht uns die Form der Kurve zunächst gar nichts an, sondern nur ihre Länge. Wir legen unsere abgezählte Spiralfeder auf die durch die einfache Gerstenbergersche Berechnung gefundene Kurve einer seiner Tafeln und zwar derart, daß das Ende des äußersten Umganges, das wir doch durch wohlüberlegtes Abbrechen bestimmten, an der deutlich gekennzeichneten Linie der Rückerstifte der Vorlage liegt. Dort, wo die Kurve aufhört, Kurve zu sein, also dort, wo sie in den äußersten Spiralumfang übergeht, dort soll und muß sich das zweite Knie befinden, z. B. bei der Linie *C* (Abb. 2). Ein Stückchen davon entfernt, etwa bei *D*, wird dann das erste Knie seinen Ort haben.

Für den Abstand der beiden Knie von einander läßt sich ein genaues Maß nicht angeben; er ist abhängig von der Höhe der Kurve über dem eigentlichen Spiralkörper und von dem Winkel, in dem man den Teil zwischen den Knien ansteigen lassen will. Dem Reparateur-Regleur ist zu raten, sich gute Spiralen in Beziehung auf die Knie anzusehen. Bald wird er auf diese Weise zu einem guten Urteil, sogar zu festen Grundsätzen gelangen. Jedenfalls müssen wir ein geeignet scheinendes Stück von dem Endpunkte der Kurve an zurückgehen, um die Stelle für das erste Knie zu haben, und zwar so, daß nach dem Biegen von Knien und Kurve und nach dem Feststecken im Klötzchen der innere Ansteckungspunkt ohne weiteres auf seiner Wagerechten liegt. Das wird also mühelos dadurch erreicht, daß man den äußersten Spiralumfang ganz genau dort abbricht, wo die Rückerstifte stehen, jedoch erst, nachdem man den inneren Ansteckungspunkt auf seine „Wagerechte“

gesetzt hat, wie das weiter oben sehr ausführlich beschrieben wurde.

Anders aber muß das Verfahren in den Fabriken sein, in denen täglich Hunderte und Tausende von Spiralfedern aufzusetzen sind. Dort ist die Platte nach der Abbildung 3 am Platze. Sie hat etwa die Größe einer Taschenuhr. In ihrer Mitte befindet sich ein Stift, so stark, daß die Spirallrollen sich gerade ganz leicht, aber ohne zu wackeln, aufstecken lassen; manchmal werden sie auch aufgeschraubt. Zunächst gewahren wir einen eingeritzten Halbmesser 1 mit der Bezeichnung „Innerer Ansteckungspunkt“. Die Spiralfeder wird so auf den Stift gesteckt, daß der innere Ansteckungspunkt genau über dieser Linie 1 steht. Weiterhin gewahren wir noch andere radiale Linien, eine von ihnen, 2, mit der Bezeichnung „Erstes Knie“, nicht weit davon entfernt eine Linie 3 für das zweite Knie. An einer anderen Stelle sehen wir eine radiale Linie 4 mit der Bezeichnung „Rückerstifte“, und endlich die Linie 5 mit der Bezeichnung „Klötzchen“. In Uhrenfabriken werden selbstverständlich nicht für jede Breguet-Spiralfeder die Schwingungen abgezählt, sondern man zählt einfach die Anzahl der Umgänge ab, indem man beispielsweise die Spiralfedern zunächst durchweg so abbricht, daß sie ganz genau 14 volle Umgänge oder 15, je nach dem Kaliber, lang sind. Die an der Rolle befestigte Spiralfeder wird einfach so auf den Mittelstift gesteckt, daß der Befestigungspunkt an der Rolle, der sogenannte innere Ansteckungspunkt, wie schon erwähnt, auf der Linie 1 liegt. Und sofort sieht man an der entsprechenden Linie 2 ganz genau, wo das erste Knie anzubiegen ist. Alles andere, das zweite Knie, die Befestigungsstelle usw. ergibt sich nun ohne jedes Nachdenken, und wenn die Kurve die richtige Form und Höhe über der Spiralebene erhält, so stimmt eben alles. Ergeben sich Mängel in der Reglage, dann werden bisweilen Versuche gemacht, die Gangleistungen

durch ein ganz geringes Verlegen des inneren Ansteckungspunktes oder durch Veränderung der Lage der Knie und somit der Kurvenlänge zu verbessern. Nicht jeder Regleur ist dabei in der Lage, systematisch vorzugehen; meistens ist man auf ein Probieren angewiesen. Das ist auch gar keine Schande oder etwa ein Mangel, der unserem Beruf anhaftet; man schaue nur einmal in andere Zweige der Technik: jede Lokomotivenfabrik, jede Schiffswerft, sogar jede richtig geleitete Mechanikerwerkstatt hat Probierstände, Prüffelder und dergl. Probiert wird überall! Nur wird das Versuchen heute nicht mehr der Zeit des späteren Gebrauches überlassen, sondern es wird in der Fabrik besorgt unter wissenschaftlicher Leitung und bei streng theoretischer Untersuchung und Auswertung der Ergebnisse. Jede Materialprüfung, jeder Zerreiß- und Festigkeitsversuch ist nur ein Probieren! In der Uhrenfabrikation äußert sich das Versuchen so, daß in eine neue Serie von Uhren eben eine etwas geänderte Sorte von Spiralfedern eingesetzt wird, und das geht so weiter, bis man endlich die Spiralfeder-Kaliberplatte so lange verbessert hat, daß durch Veränderung der Spiralpunkte eine Erhöhung der Gangleistungen nicht mehr zu erreichen ist.

Diese Arbeitsweisen der Fabriken nützen dem Reparatteur gar nichts; denn er kann sich unmöglich jedesmal zunächst ein Schema nach der Abbildung 3 zurechtmachen. Man wird später, wenn man die Kurven und ihre große Vielgestaltigkeit kennen gelernt hat, selbst einsehen, daß jeder andere Abstand der Rückerstifte von der Unruhachse eine veränderte Kurvenlänge bedingt, also eine andere Lage der Knie und, wenn man nach einem Winkelschema nach der Abbildung 3 Spiralfedern aufsetzen will, jedesmal auch eine neue Aufsetzplatte. Etwas derartiges kann für den Reparatteur-Regleur doch niemals in Frage kommen; er muß vielmehr sofort nach den Verhältnissen in der

Uhr die Stelle für das erste Knie bestimmen können. Es ist hier genau erklärt worden, wie wir durch einfaches Abbrechen der Spiralfeder den Ausgangsmerkpunkt für alle Winkel und Punkte festhalten können. Manche andere Arbeitsweise ist schon für die gleichen Zwecke empfohlen worden, z. B. das Anzeichnen mit Rot, mit Öl oder gar durch Anschleifen einer kleinen weißen Stelle an der Spiralklinge; letzteres ist aber ganz entschieden zu verwerfen.

Es gibt eine große Anzahl von Hilfsmitteln und Hilfswerkzeugen zur Anbringung des Knies. Sie sind alle gleich gut oder gleich schlecht, gut insofern, als sie wohl alle ein Anbiegen des Knies ermöglichen, ohne den Stahl zu sehr zu schinden; schlecht aber sind sie durchweg deshalb, weil sie in ungeübter Hand wohl alle kaum eine Gewähr dafür bieten, daß die Knie auch wirklich an die richtige Stelle kommen. Meistens sitzt man mit dem angebogenen Knie ein erhebliches Stück neben der richtigen Stelle, es sei denn, daß man so oft Spiralknie anbiegt, daß man die Mucken der Einrichtung in jedem einzelnen Fall schon vorher kennt. Haben wir aber das Knie nicht an die richtige Stelle gebracht, so hat sich unser sorgfältig gesuchter innerer Ansteckungspunkt von seiner Wagerechten entfernt. Weiter haben wohl alle diese Vorrichtungen den Nachteil, daß sie zwecks Biegung des Knies ein mehrere Millimeter langes Stück der Spiralklinge erfassen müssen, und dieses Stück wird dabei, von der hohen Kante der Klinge aus gesehen, vollkommen gerade gebogen. Es muß dann gleich wieder in die Kreisform zurückgebogen werden, und dabei ändert sich wieder die Höhe des Knies. Es ist auch schwierig, die genaue Höhe der Kurve über der Spiralebene einzuhalten, denn wenn das zweite Knie nicht genau an seine vorher bestimmte Stelle kommt, so ist natürlich die Höhe nicht nach Wunsch geraten, und eben das Danebenbiegen,

also die Unsicherheit in Beziehung auf Stellung und Höhe der Knie, ist der schwache Punkt dieser Vorrichtungen.

Nachdem man es satt bekommen hat, sich durch eine solche Biegevorrichtung immer wieder dem Zufall ausgesetzt zu sehen, greift man wieder zu der ältesten und einfachsten Weise, indem man die Spiralklinge mit einer kräftigen Kornzange an der Stelle faßt, an welche das Knie kommen soll. Ein Holzklötzchen von mittlerer Härte liegt schon auf dem Werkstisch, und indem man die fest zusammengedrückten Kornzangenspitzen in dieses Holz hineindrückt, heben sich beide Seiten der Federklinge, und das allerschönste Knie ist schon fertig. Man sieht dabei ganz genau, in welchem Winkel sich das Knie biegt; die Klinge kann sich nicht verdrehen und verschränken, es wird nur ein ganz kurzer Teil aus der Kreisform gebracht, und das Knie befindet sich ganz genau an der richtigen Stelle. Außerdem geht die Sache fast blitzschnell. Ehe ein anderer sich überlegt hat, wie er den letzten Spiralumfang in die patentierte Vorrichtung ohne jedes Verbiegen hineinbekommt, ist der Anhänger unserer einfachen Arbeitsweise längst mit dem Knie fertig. Hurtig erfaßt er von der anderen Seite die hochgebogene Klinge an derjenigen Stelle, die gerade in der von unserer schon besprochenen Höhenlehre angezeigten Entfernung über der Spiralebene sich befindet, und schon entsteht das zweite Knie. Nur ist hier darauf zu achten, daß man am Rande des Holzklötzchens einsticht, so daß das erste Knie sicher neben dem Klötzchen schwebt; andernfalls wird es nämlich zurückgebogen. Im „Uhrmacher am Werkstisch“ von W. Schultz ist das tadellos beschrieben und durch Abbildungen erklärt.

Hier muß mit einem Widerspruch gerechnet werden. Es gibt nämlich nicht wenige Regleure, welche keine zwei Knie anwenden, sondern sie lassen von der Stelle des ersten Knies aus, ohne

aber ein deutliches Knie zu biegen, die Kurve leicht ansteigen. Manchmal ist das so schonend ausgeführt, daß man kaum sagen kann, wo das Hochbiegen beginnt. Die Klinge steigt bei dieser Art der Hochbiegung ganz allmählich an, eigentlich genau so wie die Kurve einer zylindrischen Spiralfeder, die natürlich auch nicht in einer wagerechten Ebene liegen kann und soll. Zur Anwendung dieser knielosen Ausführung ist man gezwungen bei richtig gehärteten Spiralfedern, denn diese lassen sich die brutale Kniebiegerei einfach nicht gefallen, es sei denn, daß sie so weit angelassen sind, daß sie von einer Härtung kaum noch etwas an sich haben.

Man sollte meinen, daß diese knielos gebogenen Kurven ein flaches Arbeiten der Spiralgänge nicht gestatten. Manchmal ist das auch so, aber wenn ein wirklich „ausstudierter“ Regleur diese Kurve biegt, dann ist es erstaunlich, wie unbedingt flach eine derartige Spiralfeder auch bei den größten Unruhschwingungen bleibt. Die Sachlage ist diese: Gelingt es der Kunst des Regleurs, die Klinge trotz ihres allmählichen Ansteigens in allen ihren Teilen genau senkrecht zu stellen, wie das bei der zylindrischen Spiralfeder natürlich der Fall ist, dann arbeiten die Gänge flach; stehen aber einzelne Teile schräg, dann nur hat die Spiralfeder diejenigen Fehler, die man den knielosen Spiralfedern leichthin nachsagt. Es ist weiter kein Geheimnis bei der Anfertigung dieser idealen Spiralfedern; sie werden nur mit zwei Spiralzangen gebogen: die eine Zange hält den Anfangspunkt der Kurve unverrückbar und genau senkrecht fest, und mit der anderen Zange wird die Klinge in einem Abstand von etwa einem Viertelumgange erfaßt und ebenfalls genau senkrecht in die Höhe gezogen. Diese knielosen Kurven sind, tadellos hergestellt, den üblichen überlegen, weil sie kein sogenanntes totes Stück enthalten, denn das Stück zwischen den Knien bildet eine gefähr-

liche Versteifung der Spiralklinge, die eine Art Schwerpunkt darstellt und Störungen in die Reglage bringt, deren Sitz man an ganz anderen Stellen sucht, da es, wie schon gesagt, Tradition geworden ist, die Breguet-Spiralständer keiner Kritik zu unterziehen, höchstens alle Schuld in der Form und Länge der Kurve zu suchen, merkwürdigerweise aber niemals an den Knien oder gar an dem Stück, das sie verbindet.

Über die eigentliche Kurve ist hier nur soviel zu sagen: man verschaffe sich die Kurventafeln von G. Gerstenberger in Glashütte (Sa.), befolge seine knappen, aber überaus klaren Anweisungen, und alles wird gut werden. Etwas besseres gibt es nicht und kann ich hier auch nicht niederschreiben.

Wohl aber sei noch einmal der Rückerstifte gedacht. Der Anfänger-Regleur schätzt sie; dann fängt er an, sie für überflüssig oder gar für schädlich zu halten, baut darum Uhren ohne Rückerzeiger und ohne Rückerstifte und fängt dann an, große Erfahrungen auf diesem Gebiete zu sammeln. Er sieht sich gezwungen, viele seiner Ansichten über Reglage über Bord zu werfen; er lernt an rückerstiftlosen Uhren eine Unmenge Neues dazu, ganz besonders über den Einfluß der Hemmungen auf den Isochronismus, und entdeckt eines Tages, daß das alles in einer wundervollen Art schon lange im L o s s i e r steht; er versteht dieses unschätzbare Werk erst jetzt und sieht dann wieder ein, daß die so oft verwünschten oder gelobten Rückerstifte weder Teufel noch Engel sind, sondern eher Nothelfer, und daß alles Üble, was er diesen Stiften nachgesagt hat, nur seine eigenen Fehler sind.

Man kann in der Tat unglaublich oft eine vollkommene Nichtachtung der Wichtigkeit der Rückerstifte beobachten. Daß ein Regleur den letzten Teil der Kurve so zu biegen hat, daß die Klinge ganz gleichmäßig zwischen den Stiften spielt, sollte

selbstverständlich sein. Denken wir einmal einige Fehler durch, welche die Stifte haben können, und nehmen wir zunächst an, daß sie nicht senkrecht und parallel zu einander stehen, sondern unten auseinandergespreizt (vergl. Abb. 4). Liegt die

Uhr einmal auf dem Zifferblatt, so wird die Kurve durch ihr Gewicht, und sei es noch so gering, in den weiteren Teil zwischen den Stiften gezogen, und die Uhr

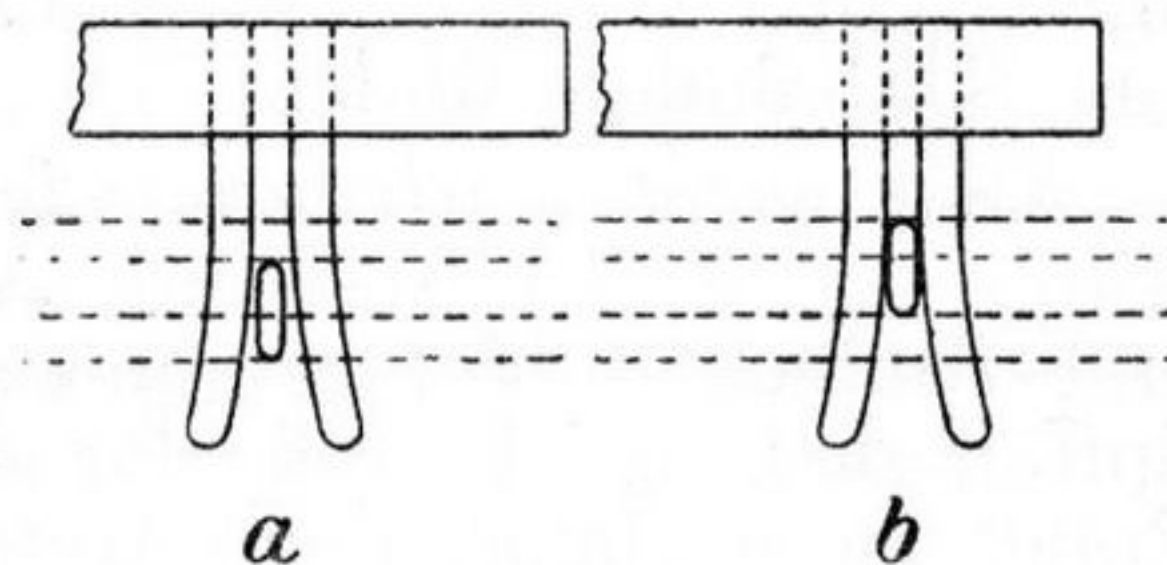


Abb. 4

geht nach (Abb. 4 a). Liegt die Uhr mit dem Zifferblatt nach oben, so sinkt die Klinge in den engen Teil zwischen den Stiften und selbstverständlich geht die Uhr dann vor (Abb. 4b).

Törichterweise werden diese Gangunterschiede vom Anfänger immer nur an den Zapfen und Steinen zu berichtigen versucht.

Hier sei noch eine gleiche Fehlerquelle bei der Uhr besprochen, trotzdem sie mit der Breguet-Spiralfeder nichts zu tun hat; die Ähnlichkeit der Umstände mit der oben

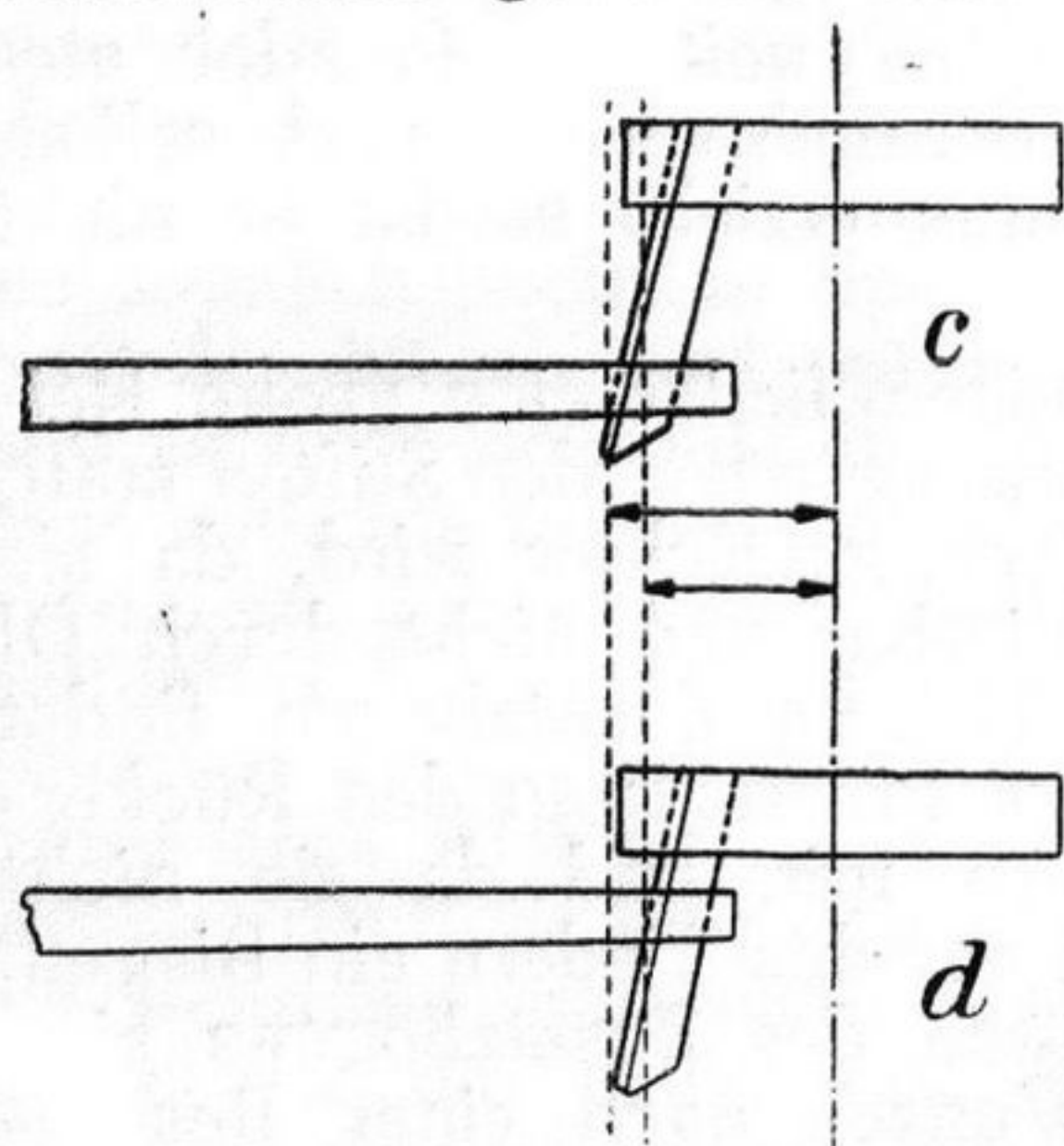


Abb. 5

geschilderten Sachlage liegt jedoch auf der Hand. Man denke sich einen schiefstehenden Hebelstein und verschieden große Endluft an Unruh- und Ankerwelle. Die Abbildung 5 sucht, natürlich in übertriebenem Maße, klar zu machen, wie die Dinge sich dann gestalten. In der einen horizontalen Lage

wird der Antrieb und die Auslösung an einem langen (Abb. 5c), in der anderen Lage an einem kürzeren Hebel (Abb. 5d) erfolgen, und die Schwingungen müssen dann verschieden groß ausfallen. Der Regleur läßt einen schief stehenden Hebelstein nicht schief stehen, und er tut das nicht etwa nur aus Schönheitsgründen.

Aber wenden wir uns wieder unseren Rückerstiften zu. Die Entfernung zwischen Rückerstiften und Klötzchen, der sogenannte Zusatzbogen der Spiralfeder, spielt bei der Reglage eine große Rolle; ist er lang, dann treten die in der Abbildung 4 veranschaulichten Erscheinungen auffallend deutlich in die Erscheinung und zwar nicht nur im Gangunterschiede zwischen „Blatt oben“ und „Blatt unten“, sondern in irgend einer störenden Weise auch im Hängen der Uhr. Ist der Zusatzbogen kurz, dann sind die Fehler schlechter Rückerstifte, besonders zu weit auseinander stehender, ganz außerordentlich groß, und selbst, wenn man Isochronismus erzielt, so ist er nicht von Dauer.

Bei langen Zusatzbogen findet eine große Reibung der Klinge an bzw. zwischen den Stiften statt, die vom Regleur immer gefürchtet wird, da sie gerade hier unkontrollierbar und nicht durch Öl beeinflussbar ist. Bei kurzem Zusatzbogen findet eine geradezu gewaltige Pressung an den Rückerstiften statt; sie federn mit, und da sie nicht federhart sind, so wird aus dem Federn ein Biegen.

Schon diese Einflüsse des Zusatzbogens sind sehr geeignet, den Wunsch nach einer Beseitigung des Rückerzeigers samt seinen Stiften aufkommen zu lassen. Es ist manchmal gut, wenn man den Rückerzeiger nur dazu benutzt, den Zusatzbogen zu verändern: einen kurzen länger zu machen und einen zu langen zu kürzen. Das kann mitunter eine ganz vortreffliche Wirkung auf die Reglage ausüben, allerdings nur dann, wenn z. B. beim Verkürzen des Zusatzbogens die dadurch ent-

stehende Verlängerung der Kurve gerade günstig ist. Andernfalls wird die Sachlage eher schlechter als besser. Natürlich ist dabei eine Veränderung des Unruhgewichtes nötig, und das wird in Reparaturwerkstätten wohl immer davon abhalten, dieses Mittel anzuwenden. Ist aber die Kurve einmal offensichtlich zu kurz, der Zusatzbogen dagegen zu lang, dann soll man den Rücker ruhig aus der Mitte bringen; denn in diesem Falle muß das Gewicht der Unruh vermindert werden, und das ist ja leicht gegenüber dem umgekehrten Fall.

Der Reparatteur muß den Rückerzeiger in der Regel nehmen, wie ihn ein manchmal (oder meistens!) vollkommen ahnungsloser Konstrukteur geschaffen hat, wenn man eine Uhr, die mit Fehlern an den die Regulierung bedingenden Teilen behaftet ist, überhaupt als „konstruiert“ bezeichnen darf. Sind die Stifte zu dünn, dann wird nichts aus dem guten Gehen. Schlimm ist es, wenn sie zu kurz sind oder kurz sein müssen; man kann sie nämlich nicht in den richtigen Abstand von einander biegen und parallel zu einander stellen, und es zeigt sich dann der in der Abbildung 4 veranschaulichte Fehler. Daß die Stiftlöcher von vornherein so gebohrt sind, daß die Stifte ohne nachhelfendes Biegen in der richtigen Entfernung von einander stehen, ist nicht zu verlangen; sie können ruhig eine Kleinigkeit zu weit von einander abstehen, denn es läßt sich dann besser nachhelfen, als wenn sie ganz nahe aneinander stehen. Sehr heikel ist die Frage des Festsitzens der Stifte. Gar zu leicht werden sie durch vieles Biegen locker. Aber welche Verzweiflung kann einen erfassen, wenn man diesen Fehler nicht merkt. Manche Reglage ist mit einem Schlage verbessert worden, weil man — freiwillig oder durch das Abbrechen eines Stiftes gezwungen — neue Stifte einsetzte. Beim Festschlagen dieser neuen Stifte sah ich stets eine riesengroße Torheit begehen, indem auf beide Stiftenden zugleich geschlagen

wurde; dabei bleibt immer der eine der beiden Stifte minder fest. Erst muß der eine Stift festsitzen und bis auf seine Länge ganz fertig sein, und dann erst darf der zweite Stift eingeschlagen werden. Wenn sich bei diesem Festschlagen die Enden, auf die man vorsichtig schlägt, verbiegen oder gar ganz umlegen, so sind die Stifte nicht fest im Sinne eines Regleurs, auch dann nicht, wenn man so lange schlägt, bis sich ein Nietkopf gebildet hat.

Der Ruckerzeiger selber ist sehr oft die Ursache schlechten Gehens, wenn er an dem Teil, in welchem die Stifte sitzen, nicht sicher und fest am Deckplättchen anliegt. Heute sind ja alle Rückerrundteile aufgesprengt, damit sie sich federnd drehen sollen. Aber infolge des Aufsprengens sind sie meistens so verbogen oder verzogen, daß der Rucker tatsächlich überaus oft gerade an der Stelle, die unbedingt festliegen sollte, wacklig ist. Man darf schon sagen, daß Ruckerstifte gut sind; nur müßten sie nicht in einem Ruckerzeiger sitzen, sondern fest im Kloben.

Heutzutage muß eine Uhr, die gut verkäuflich sein soll, eine Einrichtung haben, um den Rucker um allergeringste Beträge verstellen zu können. Vor diesen gut gemeinten Einrichtungen, Ruckerfedern, Schnecken, allen möglichen Sorten Schrauben usw. muß der Regleur gewaltig auf der Hut sein; denn sie sind ihm selten Hilfen, sehr oft aber arge Fehlerquellen. Die Wirksamkeit aller dieser Feinstelleinrichtungen bedingt, daß die Ruckerzeiger ganz bedeutend leichter auf dem Deckplättchen drehbar sind, als wenn nur der Ruckerzeiger allein vorhanden wäre. Und dieser Umstand bedingt wieder die so sehr berechtigte Furcht, daß die Ruckerstifte mitsamt dem Rückermittelteil nicht stabil genug sind. Es gehört in der Tat zum Gebiet der Reglage, daß man sich um diese so überaus nebensächlich erscheinenden Dinge ernst-

haft bekümmert. Der durch Schaden dieser Art klug Gewordene schaltet diese Feinreguliereinrichtungen am liebsten aus, so daß sie nur noch eine Verzierung des Unruhklöbens bilden und reguliert ausschließlich an den dazu bestimmten Schrauben der Unruh. Hier haben wir also ein Gebiet, auf welchem es gilt, recht bald Fortschritte zu machen. Wir brauchen dringend eine Feinstelleinrichtung für den Rükkerzeiger, die insofern untadelig arbeitet, als eine noch so geringe Verstellung sich an den Rükkerstiften auswirkt. Betrachten wir dagegen die jetzigen Ausführungsformen: Die Reibung des Rükkerzeigers am Deckplättchen und auf dem Kloben ist so groß, daß eine ganz winzige Verschiebung nicht möglich ist; wenn man mit der den Zeiger dirigierenden Schraube ein vorsichtiges Verstellen vornimmt, so wirkt das entweder gar nicht oder bei einer Wiederholung gleich zuviel, indem die durch die erste Verstellung angehäufte Spannung im Zeiger sich mit auslöst. Als man die Rükkerfedern, Schneckenscheiben usw. einführte, hätte man daran denken sollen, daß zu einer mikroskopisch feinen Verstellung, wie sie diese Einrichtungen gestatten, eine gleichwertige Lagerung der Reibungsfläche des Rükkerzeigers nötig ist. Das Bedürfnis nach einer ganz zuverlässig arbeitenden, auf dem Unruhklöben aufgebauten Reguliereinrichtung ist sehr groß. Schon im Deutschen Uhrmacher-Kalender 1927 (Seite 96) wurde darauf aufmerksam gemacht, aber da inzwischen noch nichts Neues auf diesem Gebiete erschienen ist, so muß das hier wiederholt werden. Sicherlich ist eine völlige Umgestaltung des Rükkers, sogar des Unruhklöbens, nötig, und es scheint, daß man ganz neuen Ideen heute, wenn sie nur wirklich dem Fortschritt dienen, selbst in Uhrmacherkreisen nicht mehr grundsätzlich ablehnend gegenübersteht. Es ist anzunehmen, daß eine Fabrik, die ein neues System eines einfachen, aber durchaus vollkommenen Rükkerzeigers ver-

wirklichen würde, einen großen Verkaufserfolg zu verzeichnen haben müßte.

Auch an den besten Unruhen genügen manchmal die Möglichkeiten, welche die heutigen Regulierschrauben bieten, nicht mehr. Es gibt heute Uhren, allerdings nur einzelne Stücke, die so gut reguliert sind, daß die Gangschwankungen beim Tragen nichts wesentliches mehr ausmachen. Wohl aber ist allgemeines Vor- oder Nachgehen erst nach langen Wochen des Tragens feststellbar, und wenn es geringer ist als $\frac{1}{2}$ s im Tage, dann soll einmal ein nicht ganz sicherer Uhrmacher durch Verstellen der Regulierschrauben in der Unruh Abhilfe schaffen! Die Verstellung zweier einander gegenüberliegenden Schrauben würde hier ungefähr $2\frac{1}{2}^\circ$ ausmachen müssen! Hier hört die Geschicklichkeit auf, und der blöde Zufall herrscht. Selbst wenn die Schrauben federnd sitzen wie in den Glashütter Uhren, so sprechen sie selten auf so kleine Drehungen hin an, indem sie wirklich den Schwingungshalbmesser der Drehung entsprechend verändern. In feinen Uhren bestehen diese Schrauben aus Gold und mit Recht, denn wenn sie aus Messing sind, so fressen sie sich leicht in dem Messing des Unruhreifens fest. Das hohe spezifische Gewicht des Goldes bedingt aber sehr kleine Verstellungen. Gerade in letzter Zeit empfanden wir bei einer besonderen Drehganguhr diese Tatsache als Mißstand, und in Zukunft werden die Unruhen derartiger Uhren bei uns noch zwei sehr kleine Stahlschrauben mit sehr kleinen Köpfen erhalten, etwa derart, daß eine Drehung um einen vollen Umgang im Tage nur etwa 4 s Gangdifferenz bewirkt. Dann wird es leicht sein, ein tägliches Voreilen oder Nachbleiben um $0,1$ s Allgemeinabweichung zu beseitigen. Die Sachlage ist dann vergleichbar mit der Reglage der astronomischen Pendeluhren, bei denen man kleinste Allgemeinabweichungen auch nicht mehr

mit der großen Schraube unter der Linse beseitigt, sondern am Reguliertischchen.

Alle diese zahlreichen Erwägungen gehören zum Gebiet: Rückerstifte. Diese Stifte sind weniger ein Gebiet, an dem es beim Regulieren zu arbeiten gilt, sondern sie sind diejenigen Teile der Uhr, welche man schon vor Beginn des Gangbeobachtens mit allem Drum und Dran in vollste Ordnung zu bringen hat. Nur mitunter ist eine kleine nachträgliche Änderung gestattet, indem die Stifte ein wenig auseinander gebogen werden dürfen, aber nur sehr, sehr wenig! Daraus folgt auch gleich, daß sie zunächst so eng zusammenstehen müssen, daß die Spiralklinge nur eben ohne Klemmung zwischen ihnen Platz findet. Dabei soll keinesfalls ein noch so geringes einseitiges Anliegen möglich sein.

Es ist vieles an der Spiralfeder unvollkommen. Die Befestigung der Rolle auf der Welle und die Lösbarkeit von dieser, die Breguet-Knie, die Rückerstifte. Wäre es da nicht ein Wunder zu nennen, wenn das Letzte in der Reihe, das Klötzchen, technisch richtig wäre? Von diesem Spiralklötzchen verlangt man am liebsten, daß es der Spiralfeder, so oft man sie auch herausnimmt, beim Wiedereinsetzen jedesmal wieder genau die gleiche Lage gibt, man möchte sagen die mathematisch genaue sowohl in Beziehung auf die Höhe als auch auf die Lage der Klinge zwischen den Rückerstiften. Das ist aber tatsächlich sehr schwer zu erreichen, und neuerdings verzichtet man schon auf Erfüllung dieser Wünsche und macht das Klötzchen verstellbar, so daß man es jedesmal sehr sorgfältig einstellen muß, ehe es festgeschraubt werden kann. Das erfordert naturgemäß viel Zeit und Mühe, aber der angehende Regleur darf davor nicht zurückschrecken, denn sonst arbeitet die Spiralfeder jedesmal unter anderen Umständen.

Hier sind nun geradezu Nichtigkeiten, wie es scheinen mag, aufgeführt, und dabei sollen es Reglageanweisungen sein! Die Hauptsachen sind ja auch in den schon vor langem veröffentlichten klassischen Werken niedergelegt, und was dort in umfangreichen Bänden steht, kann hier nicht durch einen verhältnismäßig kurzen Artikel im Kalender kürzer und besser gemacht werden. Im Lossier und bei Gerstenberger findet man Anweisungen über Kurvenabhilfen, nicht als Hauptinhalt, sondern als Ergebnis. G. Gerstenberger in Glashütte hat die Kurventafeln nach Strassers Vorschlägen ausgerechnet und im richtigen Maßstab dargeboten, und Dir. Hugo Müller hat im Jahrbuch I der „Urania“ neben anderen Abhandlungen in jedermann verständlicher Weise erstmalig die Zusammenhänge in der ganzen Uhr und ihren Einfluß auf die Reglage niedergelegt und besonders die Fehlerquellen bei Zapfen, Hemmung und Eingriffen und ihre Abhilfen so klar geschildert, daß es nur zuzugreifen gilt.

Hier aber sei noch soviel über die Reglage gesagt: Die Grundlage aller Reglage ist der Isochronismus, die Zeitgleichheit aller Schwingungen, seien sie groß oder klein, und mag sich die Uhr in Kälte oder Wärme und in gleichviel welcher Lage befinden. Wenn es, wie viele glauben, nur die Spiralkurve wäre, von welcher der Isochronismus abhängt, dann könnte jeder Uhrmacher jede Uhr nach wenigen Anweisungen zu regulieren lernen. Die Störungen des Isochronismus liegen aber überall in der Uhr, an zehn bis zwanzig Stellen in der Hemmung, an Zapfen und Steinen sogar, im Räderwerk und in der Zugfeder, in der Härte und Elastizität der Unruhreifen und neben noch manchem anderen auch im Öl, dem größten Sorgenkinde für uns. Wo aber soll der Regleur eingreifen? Es bleibt ihm zu guter Letzt wirklich nur die Spiralkurve, und daraus ist die Ansicht entstanden, daß das eigentliche Regulieren ebe

in geheimnisvollen Änderungen der Kurve besteht. Das ist auch in vielen Fällen richtig, denn wenn eine schlecht gehende Uhr in die Hände eines Uhrmachers gerät, der etwas von Kurven versteht, so findet er so gut wie immer, daß die Kurve nicht den theoretischen Bedingungen entspricht, daß sie entweder niemals gestimmt hat, oder daß irgend jemand daran manipuliert hat. Früher war die Kenntnis der richtigen Endkurven wirklich ein Geheimnis. Heute kann sich jedermann in den Besitz dieses Geheimnisses setzen, wenn er die Gerstenbergerschen Tafeln besitzt, und wenn er zunächst die Kurven schlecht regulierender Uhren nach diesen Vorlagen berichtigt. So, wie die Gangergebnisse dann sind, so entsprechen sie einfach dem Gütezustand der Uhr, der sich wohl manchmal verbessern läßt, selten aber an der Kurve selbst. Jede Veränderung der theoretischen Kurve muß sich in einem einseitigen Mehrarbeiten der Spiralfeder äußern, und die Erfahrung lehrt, daß große Veränderungen der Kurve keine konstanten Gangergebnisse ermöglichen. Denn schon bei geringer Veränderung in der Beschaffenheit des Öles stellen sich die auf jene Weise beseitigten Reglagefehler wieder ein. Es folgt daraus, daß das Verändern theoretisch richtiger Kurven ein zweischneidiges Schwert ist, wenigstens in der Hand des Anfängers. Der Spezialist ändert wohl auch, aber doch nur als letztes Mittel und in sehr bescheidenem Maße. Regulieren heißt: Alles in Ordnung bringen. Das „Alles“ muß, seiner Bedeutung nach, metergroß geschrieben werden.

Es ist hier von der Notwendigkeit gesprochen worden, den inneren Ansteckungspunkt an eine bestimmte Stelle zu legen. Diese Forderung hat ihren Grund darin, daß diese Lage des Punktes das kleinste „nach“ im Hängen gegenüber dem Liegen ergibt, wobei unter dem Hängen „Bügel oben“ zu verstehen ist. Es ist klar, daß jede Uhr im Hängen nachgehen muß gegenüber dem Liegen

und zwar einfach deshalb, weil im Hängen die Zapfenreibung größer ist. Das ist allerdings eine Behauptung, welche der Praktiker zunächst sozusagen nur im Gefühl hat, da er weiß, daß feinstens polierte Unruhzapfen zwischen Hängen und Liegen einen anderen Gang ergeben als nachlässig vollendete. Man hat dagegen bisher vereinzelt behauptet, daß der Einfluß der Zapfenreibung sich nur indirekt auswirkt, nicht einfach selbst verzögernd. Auf Grund genauester und wiederholter Nachprüfungen steht es für uns aber heute fest, daß sehr wohl ein gut Teil des Nachgehens in den vertikalen Lagen auf den unmittelbaren Einfluß der größeren Zapfenreibung zurückzuführen ist, ein größerer allerdings auf den mittelbaren Einfluß der Hemmung, zunächst der Ankerhemmung. Da wir nun dank der Lage unseres inneren Ansteckungspunktes bei „Bügel oben“ das kleinste Nachgehen in den vertikalen Lagen haben, so wird es bei „Bügel unten“ am größten sein. In der Tat ist dieses Nachgehen so erschreckend groß, daß es in kein Gangregister hineinpaßt; es verdirbt den besten Eindruck, den man in allen anderen Lagen erzielt haben mag, und es ist auch nicht ratsam, es durch irgend einen vermeintlichen Kunstgriff wegzubringen, denn es kommt irgendwo bestimmt wieder, sobald sich die Beschaffenheit des Öles und die Spannung der Zugfeder geändert haben.

Was heißt nun bei einer Armbanduhr „Bügel oben“ oder „Bügel unten“, „Zifferblatt oben“ und „Zifferblatt unten“? Gerade mit der Reglage von Armbanduhren hat ja der Reparatteur heute mehr Sorgen als mit der normaler Herrenuhren. Vom Standpunkt eines „Regleurs der alten Schule“ aus sind natürlich Armbanduhren gar nicht der Erörterung wert. Es scheint auch nicht, daß die herstellenden Fabriken schon zu festen Normen in Beziehung auf die Lage der Ansteckungspunkte zu einander gelangt sind. Eine Lage des inneren

Ansteckungspunktes gewissermaßen „im Raume“, wie bei einer Taschenuhr, gibt es bei der Armbanduhr nicht; es kommt da nur die Lage der Ansteckungspunkte zu einander in Betracht.

Weiterhin erscheint es für den Reparateur als ein fast unlösbares Problem, zu bestimmen, ob die Armbanduhr im Liegen oder bei „Krone oben“ oder in sonst welcher Lage für den Gebrauch zu regulieren ist, da sich von keiner auch nur annähernd behaupten läßt, daß sie den Verhältnissen im Tragen gleichkommt. Theoretisch gewissermaßen ist die systematische Lagenreglage der Armbanduhr eine fast unlösbare Aufgabe. In der Praxis dagegen wird die Armbanduhr gewissermaßen zum Tourbillon, eben einfach zu einer Uhr, welche alle Augenblicke ihre Lage, und damit die der Unruh, wechselt, und es ist viel Aussicht dazu vorhanden, daß die Fehler der einzelnen Lagen sich ausgleichen. Voraussetzung ist nur, daß die Uhr im Tragen fertigreguliert wird, und weiterhin, daß die Besitzerin der Uhr ihr Tagewerk recht gleichmäßig verrichtet. Natürlich hat man darauf, abgesehen etwa von der eigenen Frau, keinen Einfluß, sondern man kann höchstens als Verkäufer empfehlen, die Uhr zu möglichst gleicher Stunde anzulegen, nicht an einem Tage früh morgens und am anderen erst mittags oder abends. Die Tatsache, daß es heute Armbanduhren gibt, die sogar reguliert werden müssen, bringt die ganze Angelegenheit der Lage des inneren Ansteckungspunktes in ein neues Licht und damit auch die Frage der Lagenreglage in Beziehung auf „Bügel rechts“, „Bügel links“ und „Bügel unten“! Daß man allerorten, wo Gangregister ausgegeben werden, bisher dem „Bügel unten“ möglichst aus dem Wege geht, ist berechtigt und mindestens verständlich; denn das Ergebnis von „Bügel unten“ verdirbt den günstigen Eindruck des Gangregisters auch der bestens regulierten Uhr. Zudem kommt eine Taschenuhr beim Tragen kaum in die Lage

„Bügel unten“. Der Käufer kann also gar kein Interesse daran haben, zu erfahren, was seine Uhr in einer Lage machen würde, in die er sie kaum jemals bringen wird.

Anders aber muß der Fachgelehrte über das „Bügel unten“ denken. Denn um die Armband- uhr leistungsfähiger zu machen, muß sie in allen Lagen (rundherum!) beobachtet und verbessert werden, und dazu werden das Beobachten in der Lage „Bügel unten“ und die zweckgerechten Nachhilfen bei den normalen Taschenuhren den Weg bereiten müssen. Ein Mittel dazu gibt es schon, die Innenkurve, doch ist sie Ausnahme und muß es bleiben. Ein anderes Mittel besteht — im Gegensatz zur Innenkurve, bei der aus der Spiralfeder innen so peinlich viel ausgebrochen werden muß — vielleicht darin, daß man innen recht viel Umgänge stehen läßt.

Die Spiralfederfabriken liefern uns doch ihre Erzeugnisse in so vollkommener Ausführung, daß sie innen manchmal bis genau in die Mitte reichen, und es jammert einen jedesmal, daß man der Spiralrolle wegen so sehr viel, sogar das Beste, aus der Mitte ausbrechen muß. Mit den bis heute üblichen und auch nur möglichen Rollen ist in dieser Hinsicht allerdings nichts besseres mehr zu erreichen, aber anderwärts ist man weiter. Beispielsweise gibt es elektrische Meßinstrumente, bei denen die Spiralfedern fast bis ins Zentrum geführt sind. Am besten ist das bei den Drehspulen-Instrumenten der Firma Weston ausgeführt, und es sei nicht vergessen, hinzuzufügen, daß die dabei verwendeten Spiralrollen auch abnehmbar sind, so wie es auch der Uhrmacher fordern muß. Dabei ist ein Gewinde verwendet worden, und da neuerdings eine weltberühmte Firma sich anschickt, in ihren Uhren die Unruhwellen der Unruh wegen mit Gewinde auszustatten, so besteht sicher die Möglichkeit, auch die Spiralrollen nach dem Vorbilde der Weston-Instrumente durch Gewinde zu

sicher. Es soll nicht behauptet werden, daß diese Einrichtung in ihrer für elektrische Instrumente sehr wohl geeigneten Ausführungsform gleich für Uhren angewendet werden kann, aber die Möglichkeit einer Änderung unserer Spiralrollen ist durch das System Weston grundsätzlich bewiesen worden.

Viele von idealem Streben beseelte Uhrmacher haben ihr Erfindertalent betätigt, indem sie neue Hemmungen schufen. Das ist immer vergebene Mühe gewesen. Es gilt heute auch nicht so sehr, zu erfinden als vielmehr zu konstruieren. Gerade im Gebiete der Spiralfeder ist das dankbarste Betätigungsfeld zu finden: an der Rolle und ihrer Lösbarkeit von der Welle, am Spiralklötzchen, am Rückerzeiger und an der Hochbiegung der Kurve. Nur in Beziehung auf die Form der Endkurven sind hier Fortschritte erzielt worden, aber es ist fast erstaunlich, daß in der Praxis so wenig Gebrauch von ihnen gemacht wird. In welcher Weise ist dagegen die Ankerhemmung nicht nur in der Theorie, sondern genau so sehr auch in der Praxis vervollkommnet worden. Es ist sogar anzunehmen, daß man den Chronometergang nie erfunden oder doch nicht so oft angewendet hätte, wenn man zu rechter Zeit den Ankergang in seiner heutigen Form gehabt hätte. In kleinen und kleinsten Ausführungen ist nämlich der Chronometergang dem Ankergang unterlegen, da er einen angeborenen Isochronismusfehler besitzt, der nur mit Hilfe von fast unerlaubten Mitteln (versetzter Totpunkt, falsch gewählte Stärke der Gangfeder und, als Mittel der Verlegenheit, Kurvenänderung) zu beseitigen ist und dies auch nur für kurze Zeit, so lange nämlich als die Beschaffenheit von Öl und Zugfeder unverändert bleibt. Es gibt prämierte Seechronometer, die nur mit frischem Öl Gutes leisten.

Es könnte sich heute möglicherweise lohnen, Seechronometer mit Ankerhemmung zu bauen, vielleicht nicht mehr in der hergebrachten Werk-

größe, sondern in jener der sogenannten Torpedoboots-Chronometer. Der Vorzug, den der Chronometergang gegenüber dem Ankergange wegen seiner Öllosigkeit haben soll, löst bei den Wissenden ein Augurenlächeln aus. Vielleicht ist das Sigma-Öl berufen, hier eine Rolle zu spielen, d. h. beim Ankergang im verkleinerten Seechronometer. Reden wir nicht über das Öl beim Chronometergange; die ganze einschlägige Fachliteratur müßte sich in dieser Hinsicht auf einen anderen Gesichtspunkt einstellen.

Es ist nun schade, daß das Regulieren nicht durch Mitteilung einiger Tricks erlernbar ist. Wohl mag es ihrer früher, in der Zeit vor Phillips, als man von theoretischen Kurven noch nichts wußte, einige gegeben haben. Da gab es einige Uhrmacher, die lediglich auf Grund von Versuchen an Kurven Verbesserungen anzubringen verstanden, aus Phantasiekurven nach und nach theoretische zurechtmachten, eigentlich ohne zu wissen, wie und warum. Auch nach Phillips tauchten wieder Geheimniskrämer auf, die es verstanden, theoretisch richtige Kurven so zu verändern, daß sie Gangfehler überdeckten, die von anderen Mängeln, vornehmlich solchen der Hemmung und der Zentrifugalkraft, hervorgerufen wurden. Der Anfänger mag wissen, daß es besser ist, Lagenfehler bestehen zu lassen, als sie durch Maßnahmen zu beseitigen, welche die Dauerhaftigkeit der Reglage in Frage stellen. Eine gute Temperaturreglage, die so leicht und geradezu angenehm unterhaltend auszuführen ist, wird fast jede Uhr so sehr veredeln, daß auch ohne vermeintlich kunstvolle Kurvenänderungen schon eine deutliche Verbesserung der Gangleistung eintreten wird. Die Kurve bringe man einfach in genaue Übereinstimmung mit den Gerstenbergerschen Vorlagen; der Reparatur-Regleur hat dann alles getan, was er als Anfänger tun konnte, nachdem er auch Hemmung, Zapfen und Eingriffe verbessert oder wenigstens geordnet hat.

Die Beschäftigung mit den Kurven ist in unserem Fach dringend nötig. Es ist noch kein halbes Menschenalter her, als einer unserer Schüler seine erste Stelle in einem Geschäfte antrat, welches einen Ruf über die Grenzen Deutschlands hinaus hatte. Hier wurde ein großes Ankergang-Modell mit zylindrischer Spiralfeder, also mit zwei Endkurven, erworben, das der Chef gern ins Schau- fenster gestellt hätte. Doch das ging nicht, weil die Spirale in ihren jedes Auge beleidigenden Bewegungen jammervoll aussah. Der Chef übergab die Arbeit des Spiralrichtens dem Werkstattleiter, und mit Hilfe des Weitergabeverfahrens wurde dieser, nach langen Biegeversuchen, der Sache ledig, und einige Tage später waren alle Instanzen erschöpft. Der zuletzt eingetretene Gehilfe muß sich wohl — ungewollt, wie er sagt — eines kleinen überlegenen Lächelns nicht haben erwehren können, kurz, mit einigen hohnvollen Bemerkungen über seine doch sicher bedeutenden theoretischen Uhrmacherschulkenntnisse bekam er das Gangmodell in die Hände gespielt. Aber gerade für den war die Arbeit eine Kleinigkeit. Das Reißzeug her, welches in vielen damaligen Werkstätten, trotzdem erst etwa 25 Jahre verstrichen sind, ein wenig gebrauchtes Ding war, und nachdem schnell der volle Durchmesser der Spiralfeder und die Ansteckentfernungen gemessen waren, wurde die Kurve nach den auf der Schule erworbenen Kenntnissen aufgezeichnet. Dann bog unser ehemaliges Schülerlein die Kurve nach seiner Zeichnung richtig an, und mit der absoluten Sicherheit, welche wirkliches Wissen verleiht, steckte er sie fest, richtete sie rund und konnte ohne langes Probieren eine absolut ruhig arbeitende Spiralfeder abliefern und das in einem Zeitraum, in dem seine Werkstattgenossen noch gar nicht festgestellt hatten, ob das schlechte Arbeiten der Spiralfeder wohl an der oberen oder an der unteren Kurve liegen könne. Von da an hat man

in jener Werkstatt nichts mehr gegen theoretische Kenntnisse gesagt!

Alle Industrien haben heute ihre Forschungsinstitute und brauchen sie bitternotwendig. Ein Forschungsinstitut für die Uhrmacherei muß kommen, sowohl für die Großuhren-Industrie wie für die Präzisions-Uhrmacherei und die Uhrmacherei im ganzen. Als die Keimzelle der subtilen Abteilung dieser zu schaffenden Anstalt kann man sich nur das Zimmer eines Regleurs denken; denn der letzte Zweck aller Uhren ist doch immer nur das richtige Gehen. Alle Maßnahmen zur Verbesserung der Konstruktion und der Herstellungsverfahren sind nur berechtigt, wenn sie dem Endzweck, der Verbesserung der Gangleistungen, dienen. Es läßt sich nur durch die Versuche des Regleurs, durch nichts anderes, feststellen, wie lang z. B. der Zusatzbogen der Spiralfeder sein muß, und wenn das einmal feststehen wird, dann haben wir in dieser Hinsicht eine Grundlage für die Konstruktion.

Größe und Gewicht der Unruh können nicht vom Konstrukteur allein bestimmt werden, sondern zunächst nur vom Regleur. Dem Konstrukteur verbleibt ehrenvolle Arbeit genug; er darf froh sein, wenn ihm der Regleur Winke gibt, die es ihm ermöglichen, seine Aufgabe vor allem im Hinblick auf die Regulier-, also Gebrauchsfähigkeit seiner Uhren zu lösen. Es darf nicht vorkommen — aber es ist vorgekommen —, daß ein Konstrukteur eine neue Uhr für eine Fabrik konstruiert, und daß er beim Gangrade aufhört mit der Erklärung, daß er von der Hemmung nichts verstehe und auch nichts verstehen wolle. Das ist kein Standpunkt für einen Konstrukteur! Und übel ist der Chef dran, der diesem Konstrukteur ausgeliefert ist.

Auf die vorgeschlagene Weise wird es vielleicht bald möglich sein, daß die Uhren auf Grund der Arbeiten eines Forschungsinstitutes ohne

eigentliche Reglage richtig gehen, aber die Grundlagen dazu können nicht von Fabriklaboratorien und auch nicht von Schulen geleistet werden. Gerade ein Forschungsinstitut soll durch Tageslast wie es das Unterrichten nun einmal ist, nicht beschwert werden. Es ist nicht seine Aufgabe, andere hinter sich her zu ziehen, sondern vorwärts zu eilen und es der Gefolgschaft möglich zu machen, mitzukommen.