

Über den Ursprung und die Entwicklung des Chronometerganges

Von Wilh. Schultze

Im „Almanach de l'Horlogerie 1910“ bringt dessen Herausgeber, Charles Gros, eine Übersicht über die Entstehung der heutigen Chronometerhemmung, der wir auszugsweise einiges entnehmen, das auch unseren Lesern Interesse bieten dürfte.

Die ersten Versuche, auf See die geographische Länge des Schiffsortes durch Zeitmessung zu bestimmen, gehen auf das Jahr

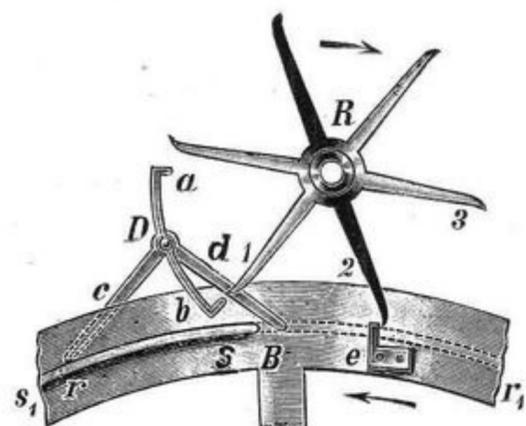


Fig. 1

1664 zurück und wurden von Huygens gemacht. Damals konnte man nur den Hakenang, und der holländische Uhrmacher benutzte ihn für eine Pendeluhr, die er in einer für diesen Zweck geeigneten Weise beweglich aufhängte. Diese Uhren von Huygens wurden von Holländern, Franzosen und Engländern auf See erprobt; sie lieferten für die damalige Zeit bemerkenswerte Ergebnisse und bewiesen die Möglichkeit des endgültigen Erfolges.

Aber erst um 1726 wurden die Versuche wieder ernstlich aufgenommen: der englische Uhrmacher Sully baute eine Marineuhr mit einer Hemmung aus zwei Ruhescheiben und einem Regulierhebel, den er der fünfzig Jahre vorher erfundenen Spiralfeder vorzog. Die Hoffnungen dieses Uhrmachers erfüllten sich jedoch nicht; seine Hemmung wurde als zu einer genauen Regulierung der Uhr ungeeignet erkannt.

Nun begann ein anderer Engländer, Harrison, angeregt durch die vom englischen Parlament ausgeschriebene Belohnung von 8000 Pfund Sterling (160 000 Mark) eine lange Reihe von Arbeiten zum Zwecke, Marine-Uhren zu bauen. Im Laufe von fünf- und zwanzig Jahren konstruierte er deren fünf, und die Versuche auf See begannen im Jahre 1761. Da sie befriedigend ausfielen, so erhielt er zunächst die Hälfte des ausgesetzten Preises und gleichzeitig das Versprechen, auch die andere Hälfte zu bekommen, wenn er die Konstruktionsgrundsätze seiner Chronometer noch weiter entwickelt und andere Uhrmacher in den Stand gesetzt haben würde, ähnliche anzufertigen. Mit einem Palettengang, Spiralfeder und Kompensationsvorrichtung ausgestattet, waren die Harrison'schen Uhren die ersten, die tatsächlich die Länge richtig angaben; „trotzdem kann man“, schreibt Herr Gros, „ihren Urheber nicht als den Vater der Seechronometer betrachten, da die Bauart, die er anwandte, später gänzlich verlassen wurde“.

Im weiteren Verlaufe seiner Abhandlung bemüht sich Herr Charles Gros, seinen Landsmann Pierre Le Roy als Urheber der Seechronometer festzustellen, der im Jahre 1748 der Pariser Akademie der Wissenschaften eine freie Hemmung eingereicht hatte, die von dieser Körperschaft in ihren Berichten lobend erwähnt wurde. Wir können uns diesem Urteil nicht anschließen. Allgemein gilt Harrison als der Urheber des ersten Seechronometers, weil er, wie ja auch Gros zugibt, die ersten tragbaren Uhren baute, die nachweislich zur Längenbestimmung auf See brauchbar waren. Auch unsere heutigen Taschenuhren weisen eine ganz andere Bauart auf als Peter Henleins tragbare Uhren in Trommel- und Eiform; deshalb ist und bleibt aber dennoch der Nürnberger Schlossergeselle der Erfinder der Taschenuhren.

In Fig. 1 ist die erste Chronometer-Hemmung von Le Roy abgebildet, die insofern besonders merkwürdig ist, als hier der Antrieb unmittelbar auf den Unruhreifen erfolgt. B ist ein Teil der Unruh, auf deren oberer Seite die Antriebsnase e sitzt. Ferner ist der Unruhreifen mit zwei vorstehenden Kreisbogen ausgestattet, von denen der obere bei s beginnt und sich nach links bis über s₁ hinaus erstreckt, während der zweite sich auf der Unterseite der Unruh befindet, bei r anfängt und sich, wie gestrichelt angedeutet ist, nach rechts bis über r₁ hinaus ein Stück weit fortsetzt. Das Gangrad R besitzt anstelle einer Verzahnung sechs

schlanke Arme, deren Enden den Antrieb auf die Unruh ausüben, indem sie im richtigen Augenblicke auf die Antriebsnase e fallen.

Das Gangstück D besteht aus einer Art Anker mit den beiden Armen a und b, auf denen sich die Gangradarme in Ruhe anlegen; außerdem besitzt es noch die beiden Hebelarme c und d, die mit den vorspringenden Kreisbogen r und s in Fühlung stehen und dadurch den Ruhearmen a und b jeweils die richtige Stellung geben.

Das Spiel dieser Hemmung ist wie folgt: In Fig. 1 ist die Unruh B in Linksschwingung begriffen. Der Bogen r hat dabei den Hebelarm c erfaßt und dadurch das Gangstück D derart gedreht, daß der Gangradarm 1, der bis dahin auf dem Ankerarm b in Ruhe lag, ausgelöst wurde. Dadurch ist der Gangradarm 2 gegen die Antriebsnase e gefallen und erteilt der Unruh ihren Antrieb nach links.

Nachdem dieser Antrieb beendet ist, legt sich der Gangradarm 1 mit einem kleinen Fall gegen den Ruhearm a des Gangstücks. Die Angriffsfläche von a bildet einen Zugwinkel, so daß der auffallende Gangradarm ihn nach einwärts zieht, wodurch der bis dahin an dem Kreisbogen r schleifende Auslösungsarm c von ihm abgezogen wird, und die Unruh ihren Ergänzungsbogen nach links vollkommen frei ausschlagen kann.

Bei der Rückschwingung (Rechtsschwingung) der Unruh tritt der obere Kreisbogen s in Tätigkeit, indem er auf den Auslösungsarm d trifft und damit das Gangstück D derart dreht, daß der bis dahin an a anliegende Gangradarm 1 frei wird und der Gangradarm 2, der so lange dicht vor dem Ruhearm b stand, sich mit einem kleinen Fall gegen diesen Arm anlegt. Auch hier ist etwas Zug vorhanden, so daß der Auslösungsarm d von dem Kreisbogen s abgezogen wird und die Unruh ihre Schwingung nach rechts, bei der übrigens kein Antrieb erfolgt, vollkommen frei zurücklegen kann. Bei der nun folgenden Linksschwingung erteilt alsdann der Gangradarm 3 den Antrieb auf die Unruh, während der Arm 2 wieder auf a in Ruhe fällt, und so fort.

Wie hieraus ersichtlich, sind bei dieser Hemmung schon die Hauptmerkmale des Chronometerganges vorhanden, nämlich: ein-

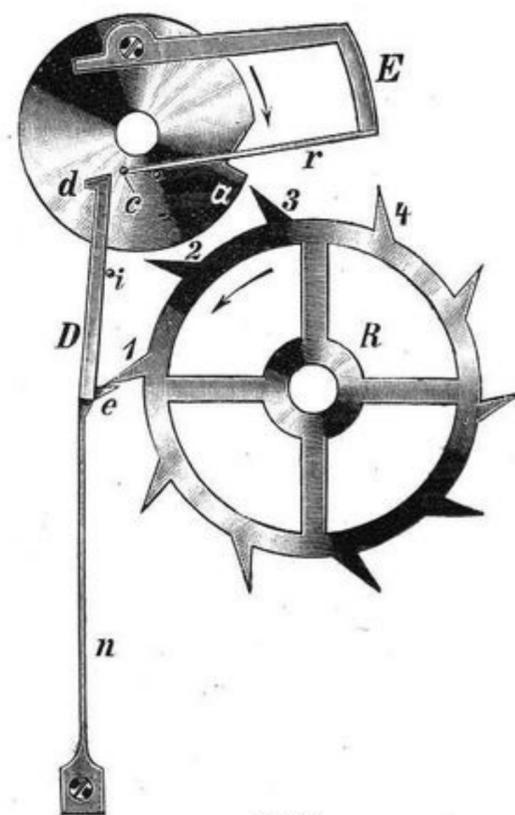


Fig. 2

seitiger Antrieb und sehr freie Schwingungen der Unruh, die nur während je einer ganz kurzen Auslösung und bei der Linksschwingung noch während des Antriebes mit dem Gangstück in Verbindung steht. Dagegen erscheint uns heute der Antrieb auf den Unruhreifen anstatt auf einen kurzen Antriebshebel ziemlich ungeheuerlich, etwa wie wenn einem Pendel der Antrieb an der

Pendellinse erteilt würde. Dieses Chronometer legte Le Roy im Jahre 1766 der Akademie der Wissenschaften in Paris vor. Ein gemeinnützig denkender Mann stattete eigens ein Schiff aus, um diese Uhr zu erproben. Die Versuche fanden in

den Jahren 1768 bis 1771 statt und fielen sehr befriedigend aus. — Ungefähr zu gleicher Zeit machte die französische Regierung Versuche mit einem Chronometer, das ihr von Ferdinand Berthoud vorgelegt worden war. Dieses Uhrwerk war mit einer verwickelten Zylinderhemmung ausgestattet, die den Antrieb mittels eines Rechen- und Triebeingriffes auf die Unruh

übertrug. Daß damit keine guten Ergebnisse zu erzielen sein konnten, wissen wir heute. Auch Berthoud überzeugte sich bald davon und ging nun zu den Grundsätzen über, die Le Roy bei seiner Längenuhr als erster aufgestellt hatte. So entstand der in Fig. 2 dargestellte Chronometergang, bei dem wir in dem Teil *D* schon eine gerade Gangfeder vorfinden, die mit einem Ruhestein *e* ausgestattet ist.

Die übrigen Teile sind: das Gangrad *B* mit 10 Spitzzähnen; die Hebescheibe *A* mit der Antriebsfläche *a*, dem Auslösungsarm *E* und der zarten Feder *r*, die an ihrem Ende den Auslösungsstift *c* trägt. Die Gangfeder *D* liegt in der Ruhestellung an dem Stift *i* an.

Die Ähnlichkeit mit unserem heutigen Feder-Chronometergang ist hier sehr groß; der Unterschied besteht eigentlich nur darin, daß die Auslösefeder hier an der Hebescheibe anstatt an

der Gangfeder angebracht ist. Das Spiel dieses Ganges vollzieht sich in folgender Weise:

Wenn die Unruh und die Hebescheibe *A* sich in der Richtung des Pfeils drehen, trifft der Auslösungsstift *c* auf das Ende der Gangfeder und hebt sie soweit aus, daß der an *e* anliegende Gangradzahn *1* frei wird. Dadurch fällt der Gangradzahn *3* auf die Antriebsfläche *a* und erteilt der Unruh einen Antrieb nach rechts, wonach sich der Gangradzahn *2* auf *e* in Ruhe legt.

Die Linksschwingung erfolgt leer, indem hierbei nur der Auslösungsstift *c* von der abgeschragten Rückseite *d* der Gangfeder ein wenig gehoben wird, aber ohne jede Wirkung daran vorbeigleitet. Erst bei der Rechtsschwingung findet dann wieder ein Antrieb statt. Die Unruhschwingungen sind hier in noch höherem Maße frei als bei dem in Fig. 1 abgebildeten Gange von Le Roy.
(Fortsetzung folgt)



Während hier schon die Gangfeder vorhanden ist, finden wir in Fig. 3 bereits die Wippe in ihrer Anfangsform vor. Auch diese Hemmung stammt von Berthoud, der sie in seiner Marine-Uhr Nr. 9 angewandt hat. Auffallend ist hier vor allem die Kleinheit des Gangrades R und die Größe der Hebescheibe A ,

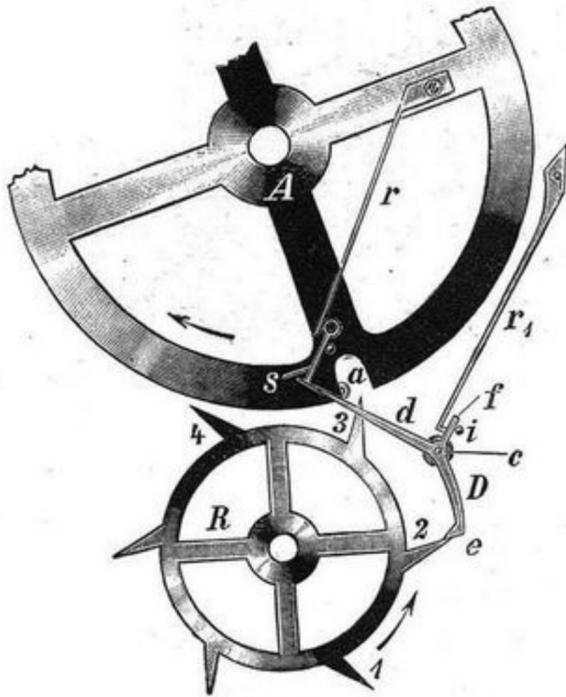


Fig. 3

die man bei einem flüchtigen Blick für die Unruh halten könnte. Diese Scheibe besitzt bei a einen mit einer Steinrolle versehenen Ausschnitt, an dem der Antrieb stattfindet.

Die Auslösung erfolgt durch den kleinen Hebel s , der drehbar auf einem Kreuzschenkel der Hebescheibe gelagert ist und durch eine Feder r in seiner Ruhelage erhalten oder in sie zurückgeführt wird, wenn er sie auf kurze Zeit verläßt.

Das Gangrad R hat nur 6 Spitzzähne, die abwechselnd als Ruhe- und Antriebszähne wirken. Die Wippe D ist auf einer Welle c in Zapfen gelagert und besitzt drei Arme d , e und f , von denen der zuletzt genannte lediglich als Anschlag dient, indem er von der Feder r_1 beständig gegen den Anschlagstift i gedrückt wird. e ist der Ruhearm, der die Gangradzähne auf-fängt, nachdem die Hebung beendet ist; d ist der Auslösungsarm, gegen den der Auslösungsfinger s bei der Rechtsschwingung der Unruh trifft.

Der Gang ist im Augenblick der Auslösung dargestellt. Der Gangradzahn 2 liegt noch an der Klaue e auf Ruhe. Schon trifft aber der Finger s infolge der Rechtsschwingung der Unruh auf den Arm d der Wippe, die dadurch im nächsten Augenblicke eine Drehung erleidet, infolge deren der Zahn 2 von e frei wird. Dadurch fällt der Gangradzahn 3 in den Einschnitt a und erteilt der Unruh einen Antrieb nach rechts.

Der Finger s verläßt sehr schnell den Arm d der Wippe, die nun durch die Feder r_1 in ihre Ruhelage zurückgeführt wird. Nach dem Durchlaufen des Hebebogens legt sich dann der Gangradzahn 1 an e in Ruhe, während der Zahn 3 jetzt an der gleichen Stelle stehen wird, an der in der Zeichnung der Zahn 4 steht.

Die Unruh vollendet ihren Ergänzungsbogen nach rechts und kehrt dann in Linksschwingung zurück, bei der nunmehr die Druckfeder r in Wirkung tritt, indem sie dem Auslösungsfinger s gestattet, dem Arm d auszuweichen, ihn aber gleich darauf wieder in seine Ruhestellung führt, in der er bei der nächsten Rechtsschwingung der Unruh abermals die Wippe D auslösen kann.

Wie man sieht, sind hier die Fundamente des heutigen Wippen-Chronometers bereits vorhanden. Der Unterschied besteht eigentlich nur darin, daß bei Berthoud der Auslösefinger federnd beweglich und zum Ausweichen eingerichtet ist, während bei unseren Chronometern von heute die Wippe einen mit Auslösungs-

feder ausgestatteten Arm besitzt, der Finger aber fest in seiner Rolle sitzt. Natürlich ist das in praktischer Beziehung ein großer Vorteil, denn jeder Teil, der auf die Unruh oder auf eine der Rollen auf der Unruhwellen aufgesetzt wird, bringt eine Störung in die Regelmäßigkeit des Ganges. —

Auch in England, das als seefahrende Nation an genauen Chronometern ganz besonders interessiert war, hatte man inzwischen fleißig in der gleichen Richtung gearbeitet, und hier waren es hauptsächlich die Uhrmacher John Arnold (1744 bis 1799) und Thomas Earnshaw (1749 bis 1829), die sich durch sehr gute Konstruktionen von Chronometern auszeichneten. Diese beiden Künstler erhielten von der englischen Regierung jeder eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling (60 000 Mark); das war damals eine sehr große Summe.

Eine, wenn auch nicht die beste Konstruktion von Arnold zeigt Fig. 4, in der wir bereits den Auslösungsfinger b auf einer Rolle von sehr kleinem Durchmesser und die bei der toten Rückschwingung in Wirkung tretende Auslösefeder r auf dem langen Arm d der Wippe D angebracht finden, wie es heute noch üblich ist.

A ist die immer noch reichlich große Hebescheibe mit der Antriebsnase a . Das Gangrad R hat 12 Zähne, deren Spitzen nach oben in Form von Säulenzähnen verlängert sind. Dies ist deshalb notwendig, weil sie in zwei übereinander liegenden Ebenen wirken müssen, nämlich erstens auf die Antriebsnase a , zweitens auf die höher stehende Ruheklaue e , die mit dem Wippenarm d aus einem Stück besteht.

Die Wippe D ist auf der Welle o gelagert, in Zapfen drehbar und wird durch die Spiralfeder s im Ruhezustande erhalten, in dem sie an einem Anschlagstift im Kopf der verstellbaren Schraube i anliegt.

In Fig. 4 ist die Auslösung der Wippe, weil bei der Linksdrehung der Unruh der Finger b auf die Auslösefeder r getroffen ist, gerade beendet. Der Gangradzahn 1 ist im Begriff, von der

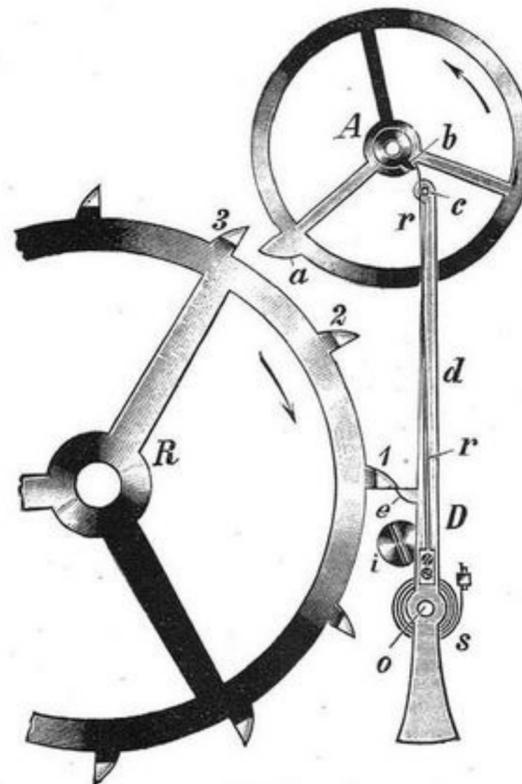


Fig. 4

Ruheklaue e abzufallen, und der Zahn 3 fällt im nächsten Augenblick gegen die Nase a und erteilt damit der Unruh den Antrieb nach links.

Nachdem das Rad den ganzen Hebungsbogen durchlaufen hat, legt sich der Gangradzahn 2 gegen e in Ruhe. Bei der toten Rückschwingung weicht alsdann die Auslösefeder r dem Finger b in der üblichen Weise aus. — (Fortsetzung folgt)

Auch der in Fig. 5 dargestellte Chronometergang stammt von Arnold. Hier haben wir jedoch anstatt der in Fig. 4 vorhandenen Wippe eine lange, gerade Gangfeder *D*. Das Gangrad *R* hat wiederum 12 Zähne mit verstärkten Spitzen, die wie diejenigen in Fig. 4 nach rückwärts abgerundet sind, aber nicht auf eine in gleicher Weise abgerundete Antriebsfläche treffen, sondern auf die in die Hebescheibe *A* eingelassene, geradlinig geformte und radial stehende Steinfläche *a*. Man sieht deutlich, wie jede neue Bauart sich immer stärker den heute üblichen nähert.

In Fig. 5 steht der Gangradzahn *1* auf Ruhe, die Hebescheibe *A* ist in Rechtsschwingung begriffen. Der Auslösungs-

dem Ruhestein *e* frei wird, fällt der Gangradzahn *2* auf den Hebestein *a* und erteilt damit der Unruh den Antrieb. Man kann ohne weiteres sagen, daß schon durch Earnshaw die Grundzüge des heutigen Chronometerganges gegeben worden sind. —

Nun kommen wir aber an drei Konstruktionen, die, jede in einer anderen Art, als Rückschritte zu bezeichnen sind. Bei Fig. 7 ist diese Verschlechterung noch nicht bedeutend, denn sie besteht lediglich darin, daß ihr Urheber, der berühmte dänische Uhrmacher Urban Jürgensen (1776 bis 1830) die Ruhe- von den Antriebszähnen trennen zu müssen glaubte und deshalb ein doppeltes Gangrad anfertigte. An sich rechnete Jürgensen, der überhaupt ein tiefer Denker war, durchaus nicht falsch, wenn er

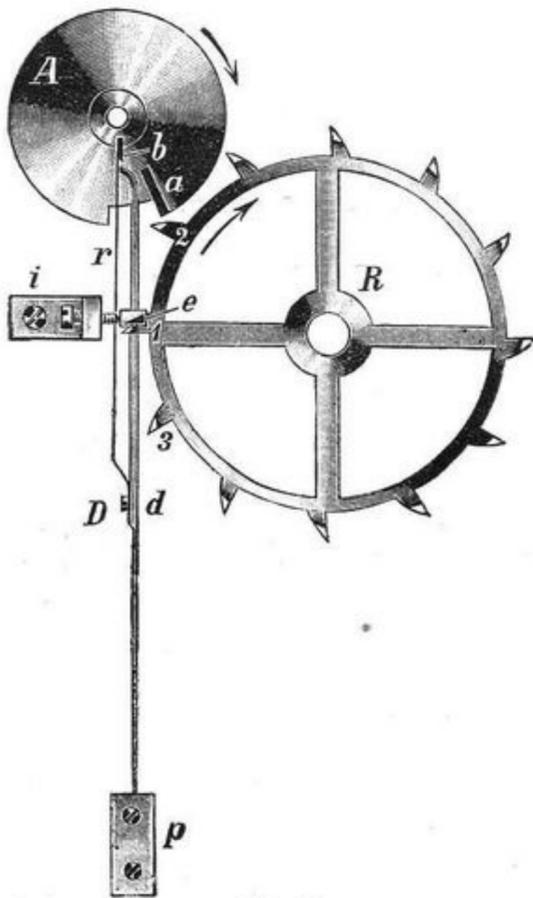


Fig. 5

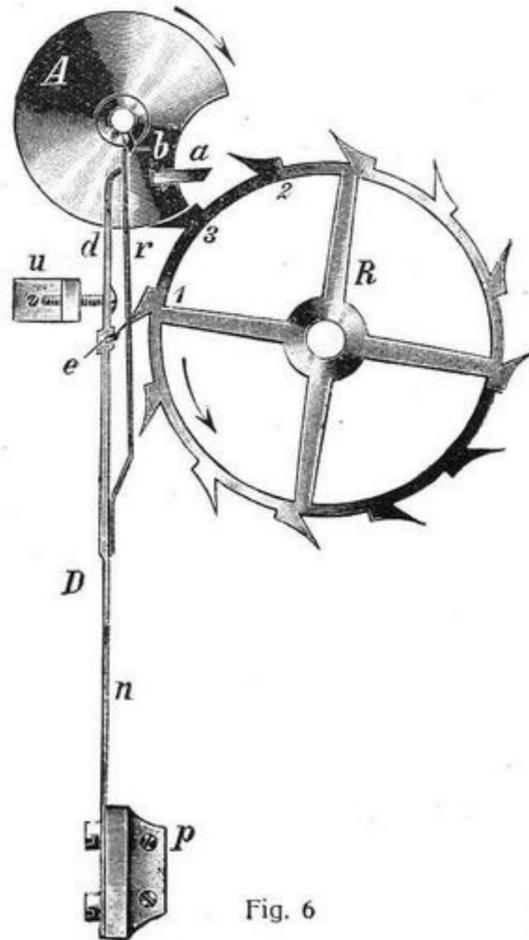


Fig. 6

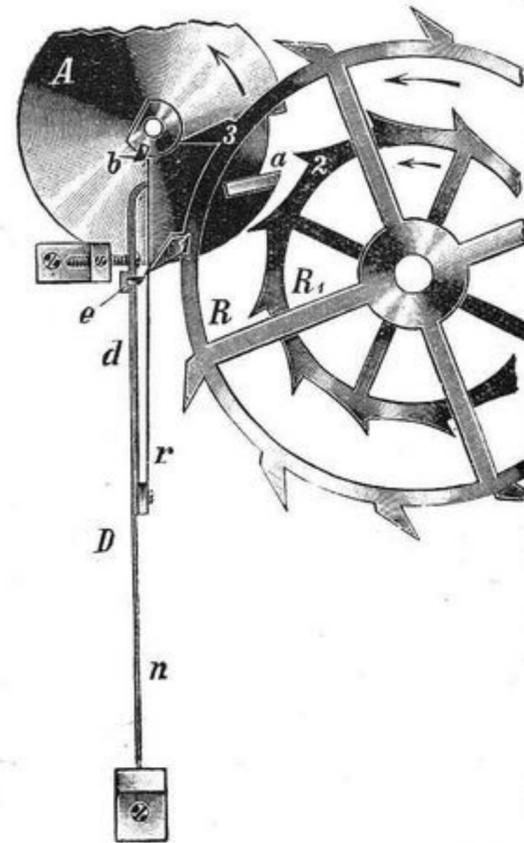


Fig. 7

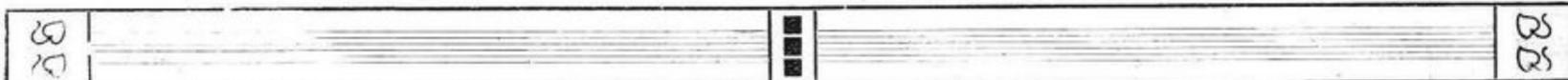
stein *b* trifft soeben auf die Auslösefeder, wird aber in dieser Richtung leer an ihr vorbeigehen. Erst wenn die Hebescheibe in der Linksschwingung zurückkommt, löst der Finger *b* die Gangfeder *D* aus, der Gangradzahn *1* wird von dem Ruhestein frei, der Zahn *2* fällt auf die Steinpalette *a* und gibt der Unruh den Antrieb nach links, wonach der Zahn *3* von dem Ruhestein abgefangen wird. Bemerkenswert ist noch, daß hier wie bei dem in Fig. 4 dargestellten Gange bereits das Maß der Ruhe durch eine Stellschraube (*i* in Fig. 4 und 5) regulierbar ist. —

Wir kommen nun (Fig. 6) zu einer abermals merklich verbesserten Bauart des Chronometerganges, die von Earnshaw herrührt. Hier finden wir keine nach hinten abgerundeten Säulenzahnsitzen mehr am Gangrade vor, sondern dieses ist vollkommen flach, und seine Spitzzähne entsprechen, abgesehen von der bedeutend schrägeren Stellung der Angriffsfläche, genau den in den heutigen Chronometern üblichen.

Da die einzelnen Teile des Ganges mit den gleichen Buchstaben wie seither bezeichnet sind, so können wir sofort zu dessen Funktion übergehen. Hier ist wiederum die Hebescheibe *A* in Rechtsschwingung begriffen, und die Auslösung des Fingers *b* an der Auslösefeder *r* beginnt. Sobald der Gangradzahn *1* von

(wie wir vermuten) sich sagte: Je größer ich den Durchmesser des Ruherades mache, desto geringeren Widerstand werde ich bei der Auslösung haben; andererseits wird der Antrieb entsprechend kräftiger wirken, wenn ich dem Antriebsrad einen kleineren und der Hebescheibe einen desto größeren Durchmesser gebe. Diese vermutlich beabsichtigte Wirkung ist zweifellos erreicht, aber — sie ist zu teuer erkauft. Ein Doppelrad ist eine gar heikle Sache. Die unvermeidlichen kleinen Unregelmäßigkeiten verdoppeln sich nicht nur dabei, sondern das Rad wird auch viel zu schwer. Eine unbedingte Genauigkeit in der Winkelstellung der Ruhe- und Antriebszähne läßt sich auch in der feinsten Fabrikation kaum erzielen; die Plumpheit und das Gewicht des Rades gibt ihm außerdem ein zu großes Trägheitsvermögen. Die schwere Masse setzt sich nach erfolgter Auslösung nur zögernd in Bewegung, schlägt dann aber doppelt stark auf den Hebe- und Ruhestein auf. Alles das ist höchst unerwünscht.

In Fig. 7 ist der Gang ganz außer Tätigkeit gezeichnet, indem der Auslösefinger *b* außer Berührung mit der Feder *r* und das Gangrad in Ruhe steht. Das Spiel des Ganges weicht gar nicht, und die Form der Zähne des Antriebsrades nur unwesentlich von dem in Fig. 6 gezeigten Gange ab. — (Fortsetzung folgt)



Wesentlich größer ist der Rückschritt bei dem in Fig. 8 dargestellten Chronometergange, dessen Urheber von Herrn Gros verschwiegen wird, was uns darauf hinzudeuten scheint, daß er ein Franzose gewesen sein muß. Im übrigen reißt Herr Gros

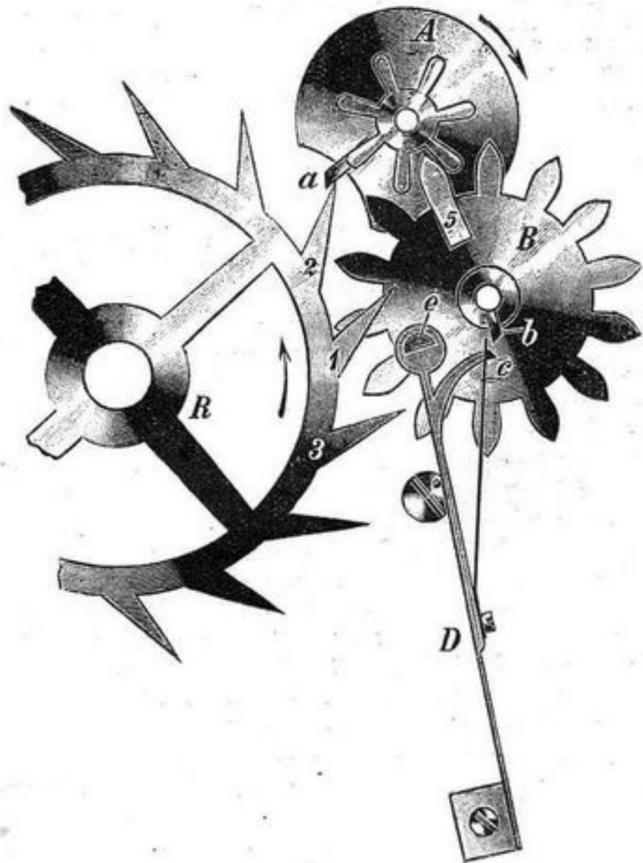


Fig. 8

selbst diese Bauart unter die „absurden Erfindungen“ ein. Damit hat er vollkommen Recht. Der Urheber dieses Ganges hat auf eine Konstruktion zurückgegriffen, die schon zur Zeit der ersten Unruh-Ankergänge als falsch erkannt wurde, nämlich auf die Verbindung der Unruhwellen mit der Achse eines zweiten Gangteiles durch einen Eingriff mit Rad (oder Rechen) und Trieb.

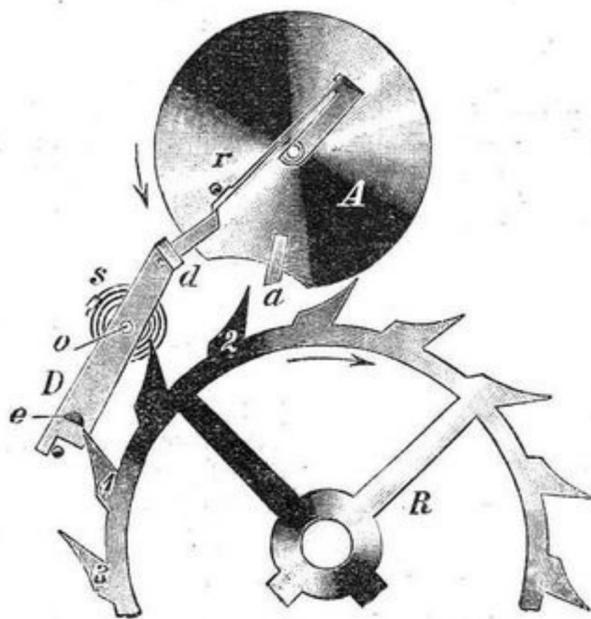


Fig. 9

Damit wollte der Erfinder, gleich wie Jürgensen in dem vorhergehenden Gange, die Funktion der Ruhe und Auslösung von derjenigen der Hebung trennen; er tat dies aber in einer durchaus mißglückten Weise. Erstens wurde der Gang dadurch viel verwickelter, und zweitens brachte er durch die in dem Zahn-eingriff naturgemäß entstehende Reibung ein ungemein störendes

Element in den Gang, das eine genaue Regulierung der damit ausgestatteten Uhr ganz unmöglich machte.

In Fig. 9 finden wir abermals eine charakteristische Bauart, die sehr an die in Fig. 2-abgebildete von Ferd. Berthoud anklingt. Der Erfinder dieser Konstruktion, der leider nicht genannt wird, beabsichtigte offenbar, dem Ganzen mehr Festigkeit zu geben. Er verwendete deshalb eine kurze, breite Wippe *D*, bei welcher der Ruhestein *e* am Ende des einen Arms angebracht ist, während der andere Arm *d* zur Auslösung dient. Das erscheint als ein gewisser Fortschritt. Gegen die in den Figuren 5 und 6 dargestellten Gänge muß aber der vorliegende dennoch zurückstehen, weil hier wiederum die Hebescheibe *A* mit der Auslösefeder *r* und dem dazu gehörigen, wenn auch ziemlich kleinen Klößchen belastet ist. Durch solche unregelmäßig geformten Teile auf der Unruhwellen kann u. a. bei eintretender Temperaturänderung die ganze Unruh außer Gleichgewicht geraten. Außerdem sollte bei der Unruh möglichst das ganze Gewicht im Reifen liegen; alle einigermaßen schweren Teile in der Nähe der Achse wirken störend.

In Fig. 9 beginnt soeben die Auslösung, indem die Spitze der Auslösefeder *r* bei der Linksschwingung der Unruh auf den Arm *d* der Wippe trifft. Im nächsten Moment wird der Radzahl *1* vom Ruhestein *e* frei, worauf der Zahn *2* gegen den Hebestein *a* fällt und den Antrieb erteilt. Bei der Rückschwingung weicht die Feder *r* wie gewöhnlich dem Arm *d* aus. Die Ruhestellung der Wippe *D* wird hier (zum ersten Male) durch eine kleine, ein wenig angespannte Spiralfeder *s* gesichert.

Auch die in Fig. 10 dargestellte Chronometerhemmung ist ein Wippen-gang, und zwar von einer Bauart, die einen geschulten Fachmann als ihren Urheber verrät. In der Tat ist sie von einem Lehrer an der Uhrmacherschule zu Cluses (in Frankreich, südlich vom Genfer See), Herrn D r o m p t, im Jahre 1860 konstruiert worden. Den Anlaß zu dieser besonderen Ausführung nach einem an sich nicht neuen Prinzip bot der Umstand, daß die damals üblichen Chronometergänge sich räumlich nicht in dem betreffenden Uhrwerk unterbringen ließen.

Hier ist die Auslösefeder *r* über den Drehpunkt *o* der Wippe *D* hinaus nach rückwärts verlängert und bildet dort (bei *n*) die Zurückführungsfeder für die Wippe und für den Ruhestein *e*. Nach erfolgter Auslösung des Gangradzahnes bringt die Feder *n* diese Teile in ihre Ruhestellung zurück. In der Gesamtanordnung der Teile liegt etwas ungemein Klares, Übersichtliches; die Hebescheibe *A* mit dem Hebestein *a* ist von dem Auslösefinger *b*, der in einem besonderen, sehr kleinen Arm steckt, vollständig getrennt. Die Tiefe der Ruhe ist durch den Exzenter *s* verstellbar, ebenso die Spannung der Feder *n* durch die Stellschraube *i*.

Das Gangrad *R* hat hier bereits 15 Zähne, von denen der Zahn *1* soeben an dem Ruhesteine *e* anliegt. Die Auslösung beginnt soeben bei der Linksschwingung der Unruh; nach ihrer Beendigung fällt der Gangradzahn *2*, der durch nicht weniger als drei dazwischen liegende Zähne vom Gangradzahn *1* getrennt ist, gegen den Stein *a* und erteilt so der Unruh den Antrieb nach links. Die Rechtsschwingung erfolgt dann, wie immer vollkommen leer. —

Fig. 10

(Fortsetzung folgt)

Ebenfalls von einem Lehrer einer Uhrmacherschule, dem bekannten Herrn Jules Großmann in Locle (Schweiz), stammt der in Fig. 11 wiedergegebene Wippen-Chronometergang, der im Jahre 1896 auf der Genfer Ausstellung zu sehen war. Hier fallen sofort zwei Eigentümlichkeiten auf: erstens die kurzen Arme der Wippe *D*, zweitens die eigenartige Form der Auslösefeder *r*. Ferner bemerken wir an der Wippe einen an den bisherigen Gängen noch nie vorhanden gewesenen Arm *n*, der eine Sicherheitsvorrichtung darstellt, auf die wir noch zu sprechen kommen. Zunächst betrachten wir das Spiel des Ganges.

Der Gangradzahn *1* liegt auf Ruhe an dem Ruhestein *e*, der sich durch den Exzenter *u* näher an's Rad heran oder weiter davon ab stellen läßt. Der Hebefinger *b* beginnt soeben die Aus-

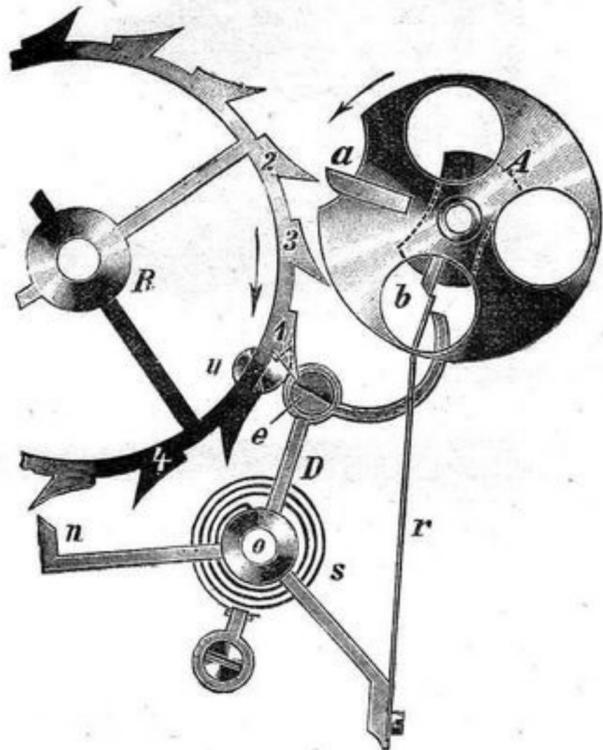


Fig. 11

lösung, nach deren Beendigung der Gangradzahn *2* auf den Hebestein *a* fällt und so den Antrieb erteilt. Die Ruhestellung der Wippe *D* wird durch die Spiralfeder *s* gesichert. In der Hebescheibe *A* befinden sich drei kreisrunde Öffnungen; die eine wohl nur als „Fenster“ zum Beobachten der Arbeit des Auslösefingers *b*, die anderen beiden alsdann zur Herstellung des Gleichgewichts und gleichzeitig zur willkommenen Erleichterung der ganzen Hebescheibe *A*, wodurch das Gewicht der Unruh sich mehr in deren Reifen konzentriert.

Nunmehr kommen wir auf den Sicherungsarm *n* zurück, dessen Spitze anscheinend so bedrohlich zwischen die Gangradzähne hinein faßt. Und dennoch dient sie nur zu deren Sicherheit für den Fall, daß jemand die Unruh aus der Uhr nimmt, ohne zuvor die Feder abzuspannen oder das Uhrwerk bis zum letzten Punkt ablaufen zu lassen. Wird beim Herausnehmen der Unruh, wie sich dies kaum vermeiden läßt, der Radzahn vom Ruhestein ausgelöst, dann läuft das Gangrad durch, und die Spitzen der Gangradzähne werden schwer beschädigt.

Dies verhindert der Arm *n*. Würde nämlich in Fig. 11 das Gangrad so unzeitig ausgelöst, ohne daß die Hebescheibe *A* dessen Durchgang aufhält, so träfe sofort der Zahn *4* auf die geneigte Ebene des Armes *n*. Damit wird dieser nach außen

geschleudert, und nun fängt der Ruhestein *e* den Gangradzahn *3* ganz gefahrlos auf. Die Fortschritte in den beiden letzten Gängen (Fig. 10 und 11) gegen die früheren sind ganz augenscheinlich. —

Da wir nun einmal an der Sicherungseinrichtung gegen unzeitige Auslösung des Chronometergangrades angelangt sind, so zeigen wir in Fig. 12 gleich noch eine zweite Einrichtung dieser Art, die aber den gleichen Endzweck auf einem ganz anderen Wege zu erreichen sucht.

Hier ist die Wippe *D* mit einem über den Ruhestein *e* hinaus gehenden, S-förmig gebogenen Arm *d* ausgestattet, dessen Spitze *n* im Ruhezustande nur ganz wenig von der Sicherheitsrolle *B* absteht, so daß eine Auslösung des Radzahnes vom

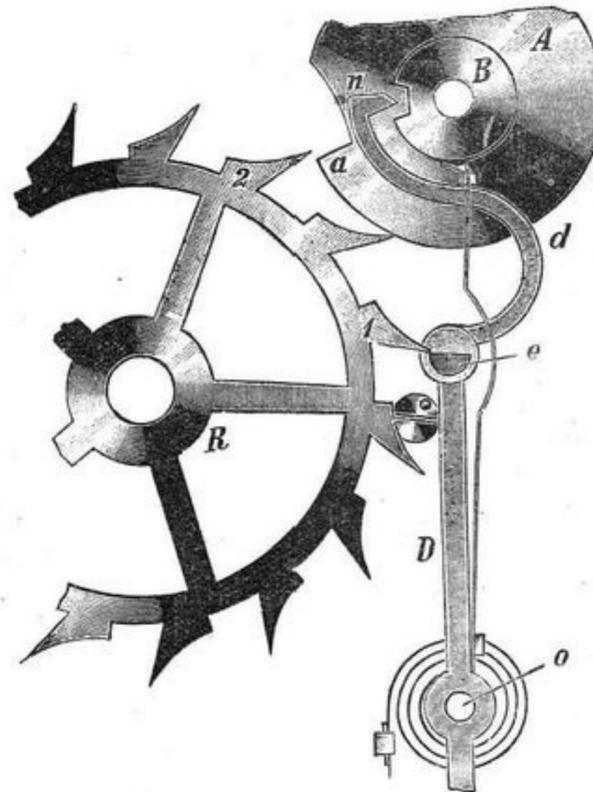


Fig. 12

Ruhestein für gewöhnlich überhaupt nicht möglich ist. Erst im Augenblick der Auslösung nimmt die Sicherheitsrolle *B* (vergl. Fig. 12) eine solche Stellung ein, daß der Einschnitt an ihrem Umfange gerade vor der Spitze *n* steht.

In diesem Augenblick kann also die Auslösung ungehindert erfolgen; sobald sie aber beendet ist, hat sich auch die Sicherheitsrolle *B* soweit gedreht, daß die Nase *n* bei jeder Auswärtsbewegung des Armes *Dd* auf den Umfang der Rolle *B* trifft. Eine unzeitige Auslösung des Gangrades während des Ganges der Uhr und damit das sogenannte „Stolpern“ des Gangrades ist somit durch diese Vorrichtung mit aller Sicherheit verhindert.

So zweckmäßig diese Sicherung erscheint, so hat sie dennoch einen großen Fehler. Sie wirkt nämlich nur so lange, als die Unruh in der Uhr steht. Die Hauptgefahr einer unzeitigen Auslösung tritt aber jedesmal dann ein, wenn die Unruh aus der Uhr herausgenommen wird. Stößt man dabei an die Wippe oder an die Chronometergangfeder, ohne daß das Werk vorher gänzlich abließ, so läuft das Gangrad durch und schlägt sich alle Zahnspitzen entzwei. Diese hauptsächlichste Gefahr wird durch die vorliegende Sicherung nicht behoben. Aus diesem Grunde ist die in Fig. 11 dargestellte Sicherung bei weitem zweckmäßiger. — (Fortsetzung folgt)

Bei einer Hemmung, von der man so große Dinge erwartete, wie eine Zeit lang vom Chronometergange, konnte es nicht ausbleiben, daß auch Versuche gemacht wurden, sie in eine möglichst einfache Form zu bringen, die sich für billige Taschenuhren eignete. Die Konstrukteure dieser vereinfachten Formen übersahen dabei bloß das Eine, daß sich der Chronometergang infolge seiner Eigenschaft, nicht von selbst anzugehen und durch einen ungeschickten Gegenstoß stehen zu bleiben, für Taschenuhren überhaupt nicht eignet. Die Duplexhemmung, die den gleichen Fehler besitzt, ist bekanntlich vor etwa dreißig Jahren in den bekannten billigen Waterbury-Uhren eine Zeit lang stark verbreitet gewesen und bewies auch in dieser billigen Ausführung ihre große Regulierfähigkeit; aber von ähn-

der Auslösestift *b* bei der toten Rechtsschwingung der Unruh trifft) abgeschrägt, sondern auch das untere Ende dieses ziemlich starken Stiftes, wie dies auf der Seitenansicht unterhalb der Hauptzeichnung bei *b₁* sichtbar ist. Dadurch weicht bei der toten Schwingung die Blattfeder *d₁* nach unten in die gestrichelt angedeutete Stellung aus. Da dies nur unter beträchtlicher Reibung (des Stifts *b* an der Feder *d₁* und dieser Feder an dem Anschlag *u*) geschehen kann, so taugt diese Einrichtung nichts.

Einen sonderbaren Eindruck macht in Fig. 14 ferner der zweite Einschnitt *e* in der Hebescheibe *A* (außer dem Einschnitt *a*, an welchem die eigentliche Hebung erfolgt) und die radiale Stellung der Gangzähne. Beides hatte aber einen besonderen Zweck. Der vorliegende Gang wurde nämlich tatsächlich eine

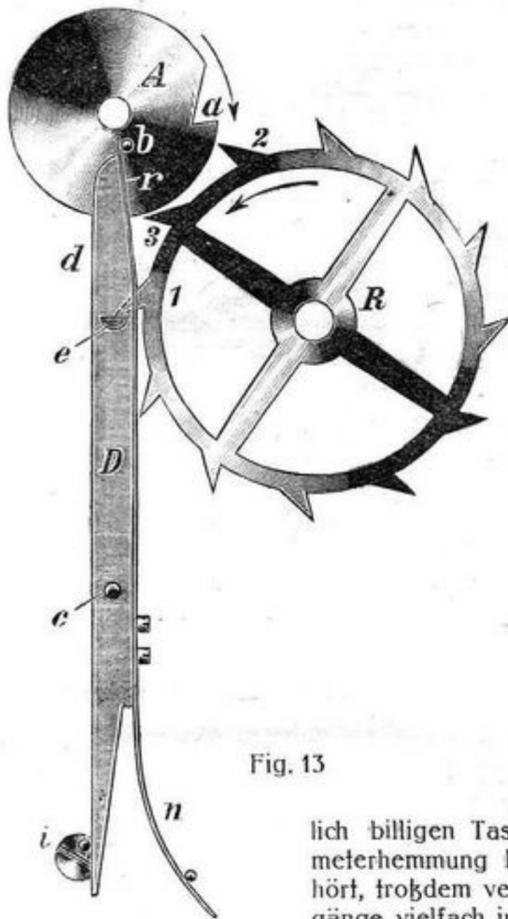


Fig. 13

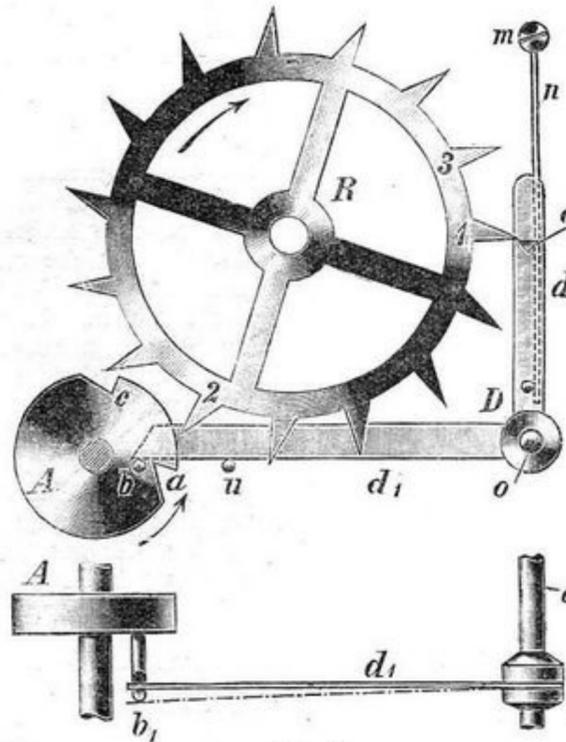


Fig. 14

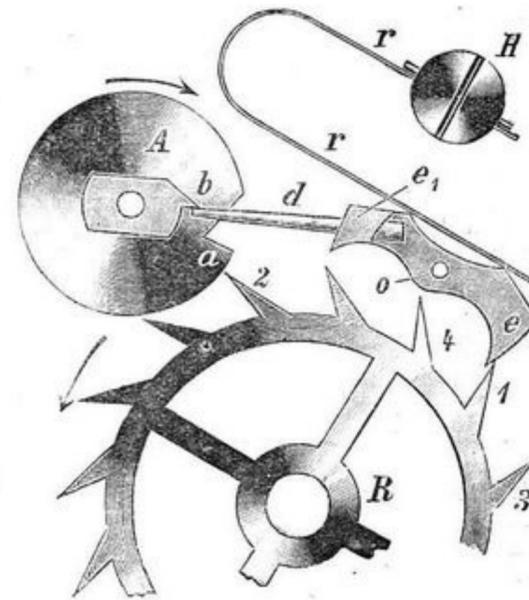


Fig. 15

lich billigen Taschenuhren mit Chronometerhemmung hat man nie etwas gehört, trotzdem vereinfachte Chronometergänge vielfach in der Schweiz patentiert wurden. Es ist immerhin interessant,

diese Bauarten kennen zu lernen, weshalb drei davon hier abgebildet sein mögen.

Gar nicht ungeschickt ausgedacht ist z. B. der in Fig. 13 abgebildete Gang. Das Gangstück *D* kann einfach durch Stanzen hergestellt werden. Es hat einen Drehpunkt in *e*, trägt bei *e* den halbrunden, nach unten vorstehenden Ruhestein und an der Seite eine einfache Blattfeder *r*, deren hinteres Ende *n* als Gangfeder wirkt, während das vordere Ende als Auslösefeder dient. Anstatt des Auslösefingers dient hier einfach ein Stift *b* in der Hebescheibe *A*, die genau so primitiv wie das Gangstück *D* ausgeführt ist. Der Hauptzweck, Billigkeit der Herstellung, ist hier glänzend erreicht. —

Weniger gelungen scheint uns der in Fig. 14 abgebildete Gang, der ein winkelförmiges Gangstück *D* besitzt. Von den beiden Armen des Winkels ist der eine, *d*, stabil. Er trägt den Ruhestein *e* und nahe seinem Drehpunkt *o* auf der Unterseite einen Stift, gegen den sich die Gangfeder *n* legt, deren Spannung durch Drehung um den Kern der Befestigungsschraube *m* regulierbar ist.

Der zweite Arm *d₁* des Winkels ist eine flache Blattfeder, die als Auslösefeder dient. Zu diesem Zwecke ist nicht nur die Rückseite der Spitze dieser Feder (also diejenige Seite, auf die

Zeit lang in kleinen Standuhren oder Weckern angewandt. Diese Uhrwerke hatten das altmodische feststehende Federhaus. Wenn man nun die Uhr aufzog, so erteilte der Uhrschlüssel dem ganzen Räderwerk jedesmal eine rückläufige Bewegung. Da nun der Chronometergang, wenn die Uhr einmal abläuft, nicht von selbst anspringt, so brachte der Fabrikant jenen zweiten Einschnitt *e* in der Hebescheibe an. Beim Aufziehen stieß dann ein Gangzahn von rückwärts gegen *e* und brachte damit die Unruh genügend in Schwingung, daß nach beendeten Aufzuge die Uhr in Gang kam. —

Eine sehr stabile, billig herzustellende Form des Chronometerganges weist Fig. 15 auf, in der man auf den ersten Blick einen Ankergang vermuten könnte. Gang- und Auslösefeder sind hier vereinigt zu der hufeisenförmigen Feder *r*, die auf zwei Kanten des Ruhestücks *D* ruht. Die Ruhefläche *e* verläuft konzentrisch zum Drehpunkt *o* des Ruhestücks, so daß also die Auslösung keinen Anzug zu überwinden hat. Anstatt der zarten Auslösefeder ist hier ein kräftiger Arm *d* vorhanden. Das Ganze ist überhaupt sehr widerstandsfähig und leicht herstellbar.

Trotz der Einfachheit der Bauart ist auch hier eine Sicherung gegen das Durchlaufen des Gangrades vorhanden, nämlich die Klaue *e₁*, deren nach oben vorstehender Teil den Auslösearm *d* trägt. Würde in Fig. 15 der Radzahn 1 ausgelöst, während die Unruh aus dem Werke genommen ist, so würde sofort der Zahn 4 auf die Klaue *e₁* treffen und sie nach auswärts schnellen, so daß sich der Zahn 3 sofort wieder auf *e* in Ruhe anlegen würde. — (Schluß folgt)

Eine sehr viel feinere Bauart als diese drei letzten Gänge weist wieder Fig. 16 auf. Dafür stammt sie aber auch von dem berühmten Arnold, der auch den in Fig. 4 abgebildeten Gang erdachte. Die ganze Ausführung ist hier wieder sorgfältiger und zarter. Mit der in Fig. 4 gezeigten Hemmung hat der vorliegende Gang die aufrecht stehenden Radzähne gemein.

Als Ruhestein dient hier nur ein dünner Stift *e*. Offenbar um die Auslösung so viel als möglich zu erleichtern, ist der Auslösefinger *b* sehr kurz, so daß die Auslösung ganz nahe der

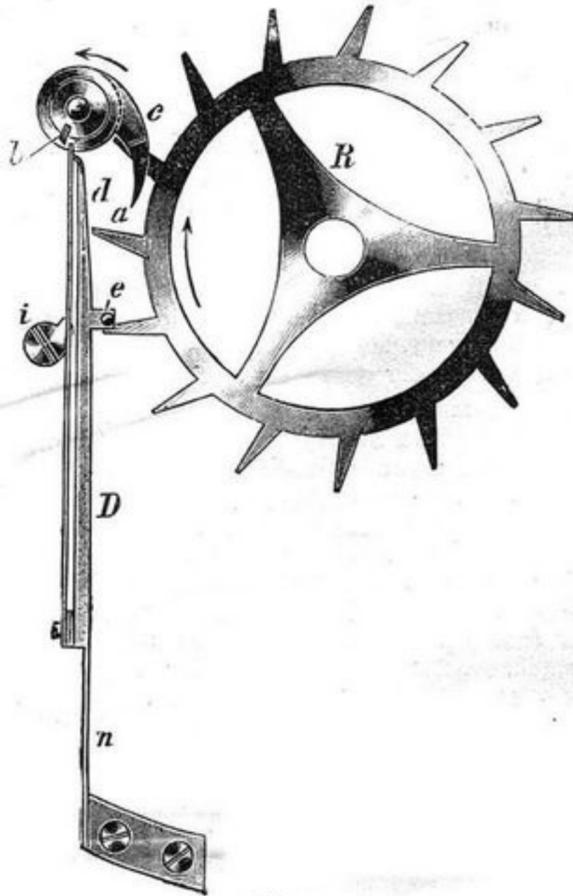


Fig. 16

Unruhachse stattfindet. Dagegen ist umgekehrt der Hebefinger sehr lang und zum Überfluß noch sichelförmig gestaltet, wie der Hebefinger in einem Kommagang. Dadurch wird der Hebungsbogen enorm groß. In der vorliegenden Zeichnung beträgt er ungefähr 65 Grad. In bezug auf Billigkeit der Herstellung ist hier nicht sehr viel erreicht, da alle Teile zu zart für primitive Arbeit sind. —

Dies verhält sich etwas anders bei dem in Fig. 17 veranschaulichten Gange. Hier ist die äußerst kurze Wippe *D* ziemlich derb gearbeitet; immerhin ist die ganze Bauart wieder den feineren Arten des Chronometerganges einzureihen. Zur Zurückführung der Wippe in ihre Ruhestellung dient die Spiralfeder *s*.

Als Auslösefeder dient die Feder *r*, deren gebogene Form ihr einige Ähnlichkeit mit Amors Bogen verleiht. Auch das Gangrad ist weniger zart als sonst gehalten.

Besonders auffallend ist hier die große Länge des Auslösefingers *b*, die sonst gewöhnlich einen starken Widerstand bei der Auslösung bedingt, also eigentlich nicht empfehlenswert ist. Im vorliegenden Falle fällt aber dieses Bedenken weg, denn dieser Gang weist noch eine andere Besonderheit auf.

Der Ruhestein ist nämlich, wie so häufig in Chronometergängen, halbrund; aber der Gangradzahn legt sich hier nicht gegen die abgeflachte, in einem Zugwinkel zum Radzahn geneigte Stelle, sondern auf den Umfang des zylindrischen Teils. Dadurch, daß der Zugwinkel wegfällt, vollzieht sich also schon die Auslösung bedeutend leichter. Noch vermehrt wird aber diese Erleichterung dadurch, daß dieser Halbzylinder sich bei der Auslösung um seine eigene Achse dreht, die mit dem Drehpunkt der ganzen Wippe zusammenfällt. Augenscheinlich wollte der Erbauer dieser Abart des Chronometerganges durch Verlängerung des Auslösefingers die Auslösung besonders sicher gestalten und gab deshalb dem Ganzen eine Konstruktion, durch die trotzdem der Widerstand bei der Auslösung gegen die frühere Bauart nicht verstärkt wurde.

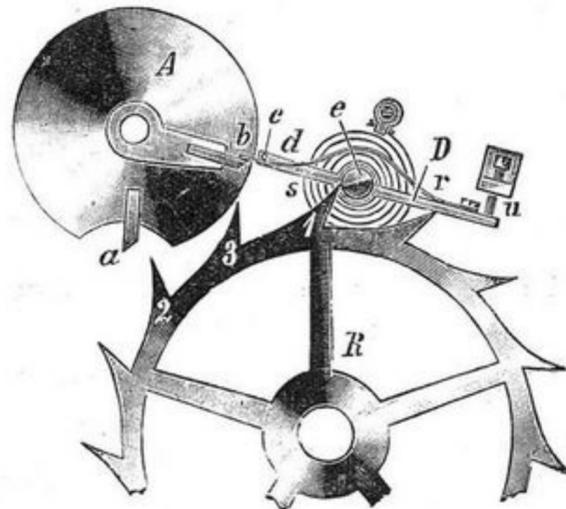


Fig. 17

Nur eins darf nicht übersehen werden: Der Widerstand beim Vorbeigleiten des Auslösefingers *b* an der Feder *r* bei der toten Rückschwingung ist und bleibt natürlich auch bei dieser Bauart um soviel größer, als der Auslösefinger länger gegen sonst ist. —

Die vorliegenden Formen des Chronometerganges sind natürlich nur ein kleiner Teil der Versuche, die mit dieser Uhrhemmung angestellt wurden, um sie teils zu verbessern, teils zu verbilligen; sie geben aber immerhin ein Bild von den verschiedenen Richtungen, in denen sich diese Versuche bewegten, und von den mancherlei verfehlten Neuerungen, die namentlich im Anfange häufig waren.