

## Kurzer Streifzug durch die Chronometerhemmungen

Während vor der Jahrhundertwende viele „bessere Uhren“ als Chronometer bezeichnet worden sind, war diese Tatsache auf die Dauer unhaltbar, weil sie nicht den wirklichen Gegebenheiten entsprach. Deshalb wurde um 1900 in Paris bestimmt, daß nur ein derartiger Zeitmesser als Chronometer bezeichnet werden darf, der gewisse Anforderungen erfüllt. Dabei wurden nur Sechronometer mit besonderer Hemmung oder eine hochfeine Taschenuhr mit Ankerhemmung zugelassen, die bei allen Temperaturschwankungen und in allen Lagen die „genaue Zeit“ hält.

Etwa dreißig Jahre später wurde die Definition als Chronometer dahingehend festgelegt, daß als Chronometer nur eine solche Uhr bezeichnet werden darf, die auf einer Stern- oder Seewarte alle Prüfungen bestanden hat und die anschließend mit einem „Prüfungs- oder Gangschein“ ausgezeichnet worden ist. Somit herrschte hier Klarheit.

Bekannt ist, daß der Engländer *Harrison* die erste Längenuhr gebaut hat, die man als Vorgängerin des Chronometers ansieht. Als eigentlicher Erfinder gilt *Pierre Le Roy*. Besonders verdient gemacht haben sich um die Weiterentwicklung und Verbesserung *Ferdinand Berthoud*, *Louis Berthoud*, *John Arnold*, *Abraham Louis Breguet* und *Earnshaw*. Bei diesen Namen fällt auf, daß es sich dabei nur um Engländer und Franzosen handelt. Hier haben wohl die seefahrenden Nationen den Ausschlag gegeben.

Beim Sechronometer unterscheidet man die Feder- und Wippenhemmung, und es werden entweder Kompensationsuhren oder solche mit Zügelkompensation verwendet. Bemerkenswert ist dabei weiter, daß in diesen Zeitmessern zur Ausnutzung der „mittleren Federkraft“ die Schnecke noch vorhanden ist und daß die Uhr selbst sich in einer Cardan-Aufhängung befindet, dadurch wird erreicht, daß sich die Uhr jederzeit in genau senkrechter Lage befindet.

Der Chronometer wird nicht vom Uhrmacher gebaut oder überholt, er stellt auch keinen industriell erzeugten Massenartikel dar, sondern wird individuell von Spezialisten, dem Chronometermacher, gefertigt.

Beim Chronometer finden wir neben seinen vielen Vorzügen und Eigenschaften in Bezug auf Leistungsfähigkeit und genauester Zeithaltung auch „zwei Fehler“ und „einen Nachteil“. Letzterer besteht darin, daß die Uhr nicht von selbst angehen kann, wenn einmal vergessen wurde, sie aufzuziehen. Sie muß deshalb immer angeschwungen werden. Das Stehenbleiben kann aber außer dem soeben erwähnten Leichtsinnfehler auch von selbst erfolgen und zwar dadurch, daß ein Stoß in einem bestimmten Augenblick in einer hemmenden Richtung erfolgt, der nicht ohne weiteres vertragen werden kann, sodaß das Stehenbleiben die natürliche Folge davon ist. Aus dieser Tatsache ergibt sich ohne nähere Erklärung der Umstand, daß ein Chronometer die pünktlichste Wartung und Pflege sowie regelmäßigen Aufzug erfordert. Auf einem Schiff auf See liegt daher die Verantwortung für diese Uhr bei einem Offizier.

Als „erster Fehler“ ist das „Galoppieren“ zu nennen. Beim Chronometer kommt dies dadurch zustande, daß die Uhr einen zu „schönen Gang“ macht, zu lebhaft schwingt, indem die Unruh — die normal keinen ganzen Umgang schwingen darf — vielleicht  $1\frac{1}{2}$  Umgänge schwingt. Wenn nämlich diese z. B. nach jeder Seite hin  $1\frac{1}{2}$  Umgänge schwingt, dann werden bei jeder Schwingung nach links zwei Gangradzähne hintereinander ausgelöst, und beim Rückschwingen nach rechts geht der Auslösefinger zweimal ohne Betätigung an der goldenen Feder vorbei. Die Folge ist, daß die Uhr unregelmäßig vorgeht.

Eine Ursache dieses Fehlers sind unbeabsichtigte Einflüsse von außen, deren Stöße oder Erschütterungen die Unruh in große Schwingen versetzt.

Der „zweite Fehler“ ist das „Stolpern“. Es kommt dadurch zustande, daß auf „einem Gangradzahn Ruhe und Antrieb“ nicht gleichzeitig erfolgen. Eine Ursache ist neben verschiedenen, daß der Auslösefinger direkt vor der goldenen Feder und zwar in dem Augenblick steht, in dem der Gangradzahn aus der Lücke fällt. Dadurch wird sofort wieder eine weitere Auslösung des Gangrades bewirkt, das sich auf Ruhe befindet. Durch diesen Vorgang werden auf einmal zwei Gangradzähne in Tätigkeit gesetzt. Das Stolpern kennt der Uhrmacher von der Zylinderhemmung her, bei der das zu hoch stehende Zylinderrad bei jeder Schwingung der Unruh zurückgenommen wird. Auch in diesem Fall geht die Uhr vor, und man hört diesen Fehler ohne weiteres.

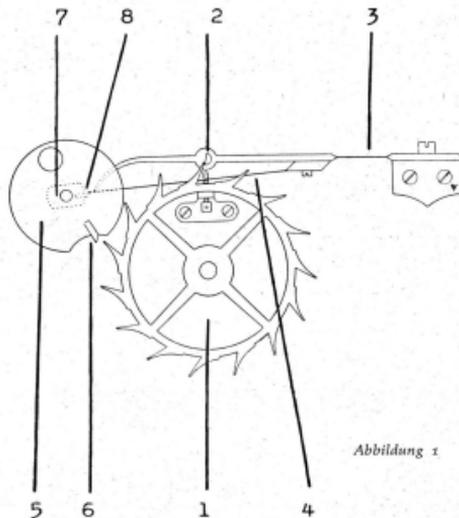


Abbildung 1

Der Chronometergang weist verschiedene Konstruktionen auf, doch bleibt das Grundprinzip immer gleich. Die Unruh erhält den Antrieb stets nur nach einer Schwingungsrichtung. Die Rückschwingung erfolgt dadurch ständig frei, denn das kurze Heben der schwachen Feder aus Gold kann nicht als Kraftverlust angesehen werden. Die 15 Zähne des Gangrades sind spitz und legen sich mit etwa 1 Grad an den Ruhestein. Dieser befindet sich in einer Wippe, die durch einen an der Unruhwellen angebrachten Hebestein ausgehoben wird. Dadurch fällt der Zahn vom Ruhestein ab. Der folgende Zahn des Gangrades schlägt mit etwa 5 Grad Fall auf diesen auf und gibt der Unruh den Antrieb mit 40 Grad Hebung. Auffallend und bemerkenswert ist, daß sich zwischen Gangrad und Unruh kein anderer Hemmungsteil (Anker) befindet.

Aus Abbildung 1 ersieht man die Hauptteile der Chronometerhemmung: 1 = Gangrad, 2 = Ruhestein, 3 = Gangfeder, 4 = goldene, sehr schwache Feder, 5 = Impulsrolle auf Unruh, 6 = Arbeitshebel, 7 = Auslöserrolle, 8 = Auslösefinger.

Die Rollen (5 und 7) haben verschiedene Größen, die Impulsrolle (5) ist groß und kreisrund, sie trägt den Arbeitshebel (6) und verhindert in ihrem Umfang ein evtl. Durchlaufen des Gangrades. Die Auslöserolle (7) dagegen kann jede Form besitzen. Ihr Zweck ist nur, den Auslösefinger (8) zu tragen. aus der Abbildung ist auch deutlich ersichtlich, daß ein Gangradzahn auf dem Ruhestein (2) aufliegt. Die Tiefe der Ruhe kann durch eine Stellschraube beliebig geändert werden.

Bei der Betrachtung des Spiels wird angenommen, daß die Unruh nach links schwingt. Dadurch wird sowohl die Auslösung als auch der Antrieb betätigt. Diesen Vorgang nennt man „die Hauptschwingung“, denn die entgegengesetzte Rückschwingung nach rechts betätigt keine Bewegung, sie erfolgt vollständig frei und leer. Anlässlich der Unruhsschwingung nach links kommt der Auslösefinger (8) in der Auslöserolle (7) auf das Ende der schwachen goldenen Feder (4) zu liegen und hebt damit den Ruhestein (2) vom Gangradzahn (1) ab. Die Folge des Freiwerdens vom Gangrad (1) ist, daß es sich in Bewegung setzt, wodurch der dritte Gangradzahn — nach links gerechnet — auf den Arbeitshebel (6) fällt. Die goldene Feder (4) darf jedoch vom Auslösefinger (8) nicht sofort abfallen, sondern erst nach einer kleinen Bewegung in der angenommenen Richtung nach links. Der Ruhestein (2) stellt sich wieder auf Ruhe und zwar gleichzeitig mit dem Abfall der schwachen goldenen Feder (4) vom Finger (8). Die Unruh schwingt weiter und deshalb fällt der genannte dritte Gangradzahn links vom Arbeitshebel (6) und nun kann der mittlere Gangradzahn auf den Ruhestein (2) auffallen. Der Ergänzungsbogen der Unruhsschwingung nach links wird vollendet und die Unruh kehrt in einer Rechtsschwingung zurück. Dabei streift der Auslösefinger (8) mit seinem runden Teil an der schwachen goldenen Feder (4) vorbei, wobei er diese nur ganz leicht berührt. Daß diese Rechtsschwingung gar keinen Einfluß auf einen Teil der Hemmung ausübt, muß besonders hervorgehoben werden. Nach vollendeter Rechtsschwingung muß wieder eine nach links kommen, wobei sich alles wiederholt.

Wenn man sich erinnert, daß es außerdem auch Chronometerhemmungen mit „Wippe“ gibt, muß man unterscheiden, daß diese eine „lange“ oder eine „kurze“ Wippe haben können. Wenn der Drehpunkt der Wippe vom Ruhestein nur so weit entfernt ist wie zwei Teilungen des Gangrades, spricht man von der „kurzen“ Wippe. Ist die Entfernung dagegen so groß, daß sie  $2\frac{1}{2}$  oder sogar 3 Teilungen ausmacht, wird sie als „lange“ Wippe angesehen.

Eine kurze Wippe darf keinen Schwerpunkt aufweisen, sie muß unbedingt ganz genau abgewogen sein. Bei der „langen“ Wippe wird dies dadurch erreicht, daß am langen Arm ein Gegengewicht angebracht wird. Während letztere gewissermaßen einen einzigen geraden Arm bildet, ähnlich wie bei Hemmung mit Feder, sind bei der kurzen Wippe drei Arme vorhanden. Wenn man von oben eine derartige Wippe betrachtet, stellt man fest, daß der längste Arm vom Drehpunkt ab nach links zur Unruh hinget, der zweite Arm dagegen vom gleichen Punkt aus nach oben und zwar etwas schräg mit Neigung nach rechts und eine Feder trägt, die zum Auslösefinger hinläuft, während der dritte Arm vom gleichen Punkt aus nach unten geht und einen halbrunden Stein trägt, der eigentlich nur der Sicherheit zu dienen hat und der während der Ruhe keine Berührung mit dem Gangrad hat. Er wird deswegen als Sicherung angesehen, weil er das vom Chronometer mit Feder her bekannte „Galoppieren“ verhindert. Außerdem fällt auf, daß am Drehpunkt der Wippe sich eine kleine Spiralfeder befindet, die eine gewisse Spannung haben muß, weil sie bei der Wippenhemmung die Stelle der Gangfeder bei der Federhemmung einnimmt, indem sie nach erfolgter Auslösung den Ruhestein sowie die ganze Wippe in die ursprüngliche Ruhestellung wieder zurückzuführen hat.

Diese Sicherung — dritter Arm der Wippe mit Richtung nach unten und halbrundem Stein — hat während des normalen Ganges der Uhr keine Funktion auszuführen. Sollte jedoch durch eine äußere Einwirkung eine nicht vorgeschriebene Auslösung des Ruhesteines erfolgen, tritt sie gewissermaßen automatisch in Tätigkeit. Diese wird dadurch gesichert, daß immer nur ein Gangradzahn vorrücken kann.

Das ganze Spiel der Hemmung ist bei allen drei Chronometerhemmungen beinahe gleich, so daß eine weitere Beschreibung sich erübrigen dürfte. Wer sich ausführlich von den Chronometerhemmungen unterrichten will, nehme das Fachbuch „Der Uhrmacher“ von R. Reutebuch zur Hand (Verlag Neue Uhrmacher-Zeitung, Ulm/Donau, Preis DM 23,50).

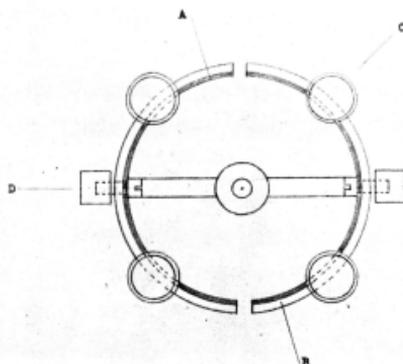


Abbildung 2

Eingangs wurde schon erwähnt, daß beim Chronometer verschiedene Unruhen zur Verwendung kommen können, die Chronometer-Kompensationsunruh und die Unruh mit Zügel. Es ist bekannt, daß die „Kompensationsunruh“ für astronomische Zwecke achtzehn Schrauben hat; zwölf davon bleiben immer unverändert, vier dienen zum Verlegen des Schwerpunktes und zwei sind für astronomische Zwecke. Mit achtzehn Schrauben zeigt die Uhr die genaue Normalzeit an, nach Entfernung der zwei astronomischen Schrauben ebenso genau ohne jede weitere Regulierung die genaue Sternzeit. Diese Unruh ist ziemlich groß und schwer.

Wie die Abbildung 2 zeigt, besteht die Chronometerunruh aus einem bimetalischen Reif, der neben den Schenkeln aufgeschnitten ist. In dem Schenkel befinden sich vier eingeschraubte Schwinggewichte (c) und zwei Regulierschrauben (D) aus Bronze oder Gold.

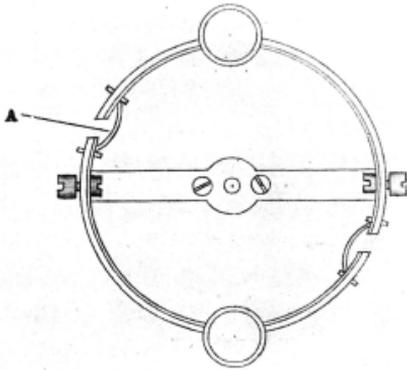


Abbildung 3

Abbildung 3 stellt die Zügelunruh dar. Hier verbinden zwei dünne Zügel (A) die aufgeschnittene Unruh. Der aus Stahl bestehende Zügel wird bei normaler Temperatur in die Unruh eingesetzt, ohne daß er federt. Bei „kleiner Temperaturschwankung“ wird er nur wenig gehindert, bei „starker“ dagegen wird er stark gehemmt, so daß er den gewünschten Ausgleich schafft.

Der Sechronometer ist die einzige Uhr ohne Pendel, die zu jeder Zeit, bei jedem Wetter und unabhängig von inneren oder äußeren Einflüssen die „sekundengenaue Zeit“ anzeigt; denn davon hängt für die Schiffsführung die Navigation ab. Die Schiffsführung muß zu jeder Zeit in der Lage sein, den genauen Standort des Schiffes auch ohne feststehende Anhaltspunkte feststellen zu können. Dazu wird sowohl der Chronometer als auch der Sextant benötigt. Mit Hilfe der beiden genannten Instrumente wird die Höhe der Sonne oder eines Sternes und danach der Standort bestimmt.