

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 34 (1956)

**Heft:** 7

**Artikel:** Die Uhr und ihre Regulierung = Les mouvements d'horologie et leur réglage

**Autor:** Schweizer, Otto

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874534>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

rollen kleben zu bleiben. In diesem Falle wäre das Kabel infolge des Zuges imstande, den ganzen Messwagen umzukippen oder sonst irgendwie zu beschädigen. Dieser Möglichkeit wurde durch eine besondere Sicherungsvorrichtung vorgebeugt. Diese ist in Figur 6 schematisch dargestellt und wird im Nachfolgenden kurz beschrieben.

Über den Laufrädern des Messwagens wurde innen an der U-förmigen Führungsschiene oben ein starker wandiger Luftschlauch A befestigt. Wird nun bei einer allfälligen Kippbewegung des Messwagens der Luftschlauch gedrückt, so schliesst die Membrane B mit ihrem Kontakt den Gleichstromkreis des Gleichrichters C. Das ansprechende Relais öffnet den Steuerstromkreis des Schaltschützes D, das abfällt und den Antriebmotor der im Boden versenkten Rollen des Aufrollhaspels augenblicklich abschaltet. Die Sicherungseinrichtung spricht schon an, wenn mit einem Finger leicht auf den Luftschlauch gedrückt wird; sie ist nur bei laufendem Motor eingeschaltet.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass mit den beschriebenen Kabellängen-Messeinrichtungen die sogenannten Baukabel mit aussenliegenden Drahtspiralen nicht gemessen werden können, da das Messrad auf den Spiralen hüpfen und der Zähler beliebige grössere Längen anzeigen würde. Für die übrigen Kabeltypen haben sich die Messeinrichtungen ihrer einfachen Bedienung und der raschen und genauen Arbeitsweise wegen überall gut bewährt.

d'une manière quelconque. On a tenu compte de cette possibilité en prévoyant un dispositif de sécurité spécial représenté à la figure 6 et décrit brièvement ci-après.

Sur la paroi interne du rail U dans lequel roulent les roues du chariot de mesure, on a disposé un tuyau A de forte épaisseur rempli d'air. Quand un mouvement de bascule du chariot de mesure exerce une pression sur le tuyau, la membrane B ferme par son contact le circuit de courant continu du redresseur C. Le relais mis en action ouvre le circuit de commande du contacteur de protection D, qui déclenche et arrête instantanément le moteur des rouleaux entraînant la bobine d'enroulement. Le dispositif de sécurité fonctionne même quand on presse légèrement le tuyau avec le doigt. Il n'est enclenché que quand le moteur marche.

Disons encore pour terminer qu'avec aucune des installations à mesurer les longueurs de câbles décrites jusqu'ici on ne peut mesurer les câbles dits câbles de construction avec spires d'acier extérieures, car la roue de mesure sauterait sur ces spires et le compteur indiquerait une trop grande longueur impossible à déterminer. Pour les autres types de câbles, les installations de mesure ont donné partout entière satisfaction à cause de leur maniement simple et précis, et de la rapidité du travail.

## Die Uhr und ihre Regulierung

Von Otto Schweizer, Bern

681.112

## Les mouvements d'horlogerie et leur réglage

Par Otto Schweizer, Berne

Die Bedeutung der Uhr im Leben des Menschen nimmt immer noch zu. Ihre vielfältigste Verwendung dürfte sie indessen in den Betrieben der PTT-Verwaltung finden, wo sie nicht nur zur Zeitmessung schlechthin dient, sondern auch als Kontaktuhr, Zeitschalter, Zeitrelais, Chronograph usw. eingesetzt wird. Von unsern Uhren wird, nicht nur im Interesse der Verwaltung, sondern ebenso in demjenigen des Abonnenten, eine grosse Ganggenauigkeit verlangt, handelt es sich doch um zu bezahlende Minuten. Dies setzt voraus, dass zum Beispiel die Einrichtungen für die Zeitzonenzählung und die Tarifumschaltung absolut zuverlässig arbeiten. Die nachfolgenden Ausführungen sind nicht speziell für den Uhrmacher bestimmt, sondern sollen lediglich das mit der Wartung betraute Personal sowie weitere Interessenten mit der Regulierung der Uhren besser vertraut machen.

Wenn wir uns diese Aufgabe stellen, so gilt es in erster Linie, die Grundelemente der Uhr etwas näher kennenzulernen. Die Uhr besteht im wesentlichen aus einer Energiequelle, einem Übersetzungsgetriebe, einer Hemmung und einem Regler. Die Energiequelle

L'importance de l'horloge et de la montre dans la vie humaine ne cesse de s'accroître. Elles trouvent leurs emplois les plus divers dans les services de l'administration des postes, télégraphes et téléphones, où elles ne servent pas simplement à marquer le temps, mais où elles sont aussi utilisées comme horloges de contact, minuteriers, relais à temps, chronographes, etc. De nos montres et horloges, on exige une grande précision, non seulement dans l'intérêt de l'administration, mais aussi dans celui de l'abonné, étant donné qu'il s'agit de la mise en compte de minutes. Cela présume, par exemple, que les organes de comptage de durée par zone et de commutation de tarif fonctionnent de façon absolument impeccable. La description qui suit n'est pas spécialement destinée aux horlogers, mais doit simplement permettre au personnel chargé de surveiller les montres et les horloges et à ceux qui s'intéressent à ces questions de mieux se familiariser avec leur réglage.

Si nous nous imposons cette tâche, il convient donc en tout premier lieu d'apprendre à connaître plus à fond les éléments fondamentaux de tout mouvement d'horlogerie. Ces éléments sont essentielle-

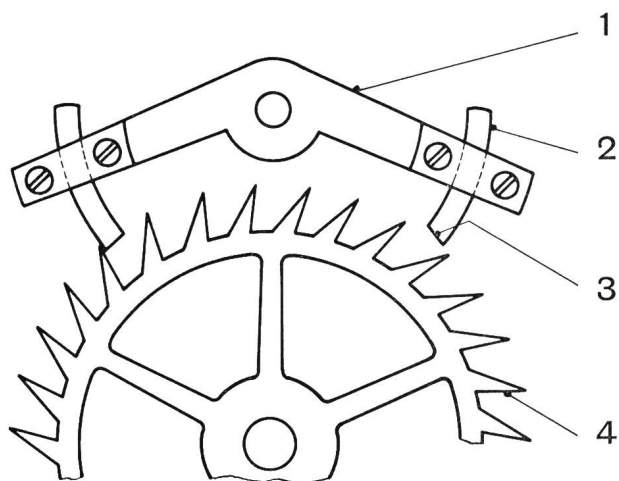


Fig. 1. Grahamgang für Pendeluhren – Système Graham pour pendules

- 1 = Anker – Ancre
- 2 = Ankerpaletten – Plaquettes de l'ancre
- 3 = Hebungsfäche – Surface de la levée
- 4 = Ankerrad – Roue d'ancre

ist in der Regel eine Triebfeder oder ein Gewicht. Das Übersetzungsgetriebe besteht aus Trieben und Zahnrädern. Es ist die Aufgabe des Konstrukteurs, solche Zahnformen zu wählen, bei denen die Reibung und dadurch die Abnutzung klein ist. Die aus diesen Gründen bei Uhren in erster Linie in Betracht kommende Zahnform ist die zyklische. Für mechanisch stark beanspruchte Räder, wie Sperrräder usw., wird häufig die Evolventen-Zahnform verwendet.

Die Hemmung setzt sich in der Regel aus einem Anker und einem Ankerrad zusammen. Der Regler besteht aus einem Pendel oder einer sogenannten Unruhe. Die Hemmung verhindert, dass das Uhrwerk zu rasch abläuft (Fig. 1 und 2). Sie wird durch den Regler gesteuert, das heisst, sie gibt im Takte der Reglerbewegung Zahn um Zahn des Ankerrades frei. Gleichzeitig überträgt sie die erforderliche Betriebsenergie auf den Regler. Zu diesem Zweck werden an den Ankerhebesteinen genau berechnete, schräge Flächen (Hebungen) angebracht, die über die besonders geformten Zähne des Ankerrades gleiten.

Sehr genau gehende Uhren sind konstant anzutreiben und mit einem Getriebe mit möglichst kleinen Reibungsverlusten, einer Präzisionshemmung und einem kompensierten Regler auszurüsten. Eine konstante Triebkraft erreicht man bei einer Pendeluhr leicht durch Gewichts Antrieb. Komplizierter wird das Problem für mobile Uhren, denn eine Triebfeder mit einem während des Ablaufs konstanten Drehmoment ist schwierig herzustellen. Die für diesen Zweck gebräuchlichsten Federn sind die «S»-Federn. Ihre Bezeichnung rührt daher, dass sie ausserhalb des Gehäuses eine S-Form annimmt. Durch diese besondere Formgebung sowie durch sorgfältige Materialauswahl und Wärmebehandlung erreicht man, dass die voll aufgezoogene Feder während vier Umdrehungen mit annähernd konstantem Drehmoment

ment la force motrice, le rouage, l'échappement et l'organe régulateur. La force motrice est, en règle générale, fournie par un ressort ou un poids. Le rouage se compose de pignons et de roues dentées. Le constructeur doit donc choisir les formes de roues dont le frottement et, par conséquent, l'usure sont petits. C'est pourquoi les dents ont généralement la forme cycloïde. Pour les roues qui ont à fournir un effort particulier, comme la roue de rochet, on adopte souvent la forme dite développante.

L'échappement est formé, en règle générale, d'une roue d'ancre et d'une ancre. Le régulateur est soit un pendule soit un balancier. L'échappement empêche que le mouvement marche trop rapidement (fig. 1 et 2). Il est commandé par le régulateur, c'est-à-dire qu'il libère les dents de la roue d'ancre les unes après les autres à la cadence du mouvement du régulateur. Il transmet en même temps la force motrice nécessaire au régulateur. A cet effet, les branches de l'ancre sont pourvues de surfaces obliques calculées exactement (levées), qui glissent sur les dents de forme spéciale de la roue d'ancre.

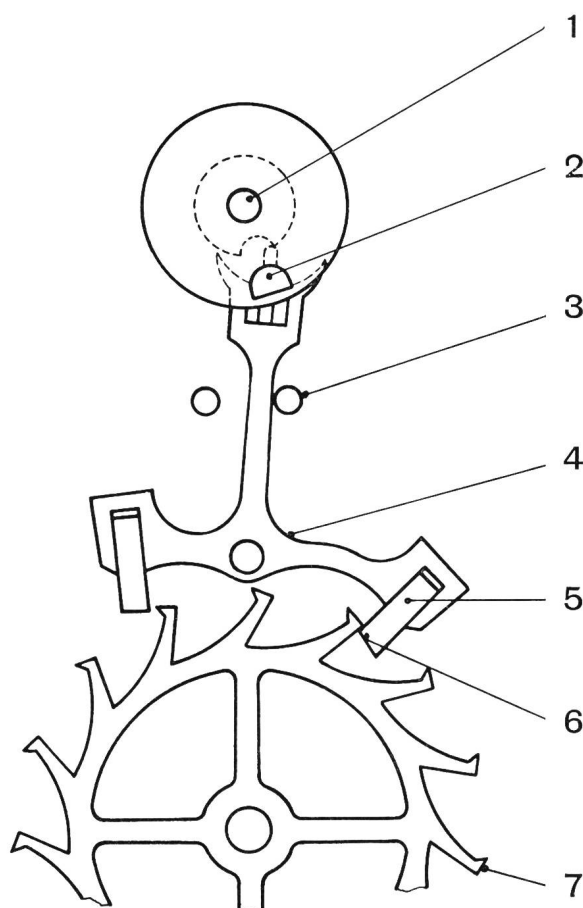


Fig. 2. Ankergang – Ancre

- 1 = Unruhachse – Axe du balancier
- 2 = Hebestein – Levée
- 3 = Begrenzungsstifte – Goupilles de limitation
- 4 = Anker – Ancre
- 5 = Ankerpaletten – Plaquettes de l'ancre
- 6 = Hebungsfäche – Surface de la levée
- 7 = Ankerrad – Roue d'ancre

abläuft. Da diese Federn härter sind, brechen sie verhältnismässig leicht, was zu der irrigen Meinung führt, es handle sich um minderwertige Ware. Federn von schlechterer Qualität brechen nicht so häufig, geben aber der Uhr auch nicht den präzisen Gang.

Um den Reibungskoeffizienten des Räderwerks zu verringern, sind die Stahltriebe gehärtet und poliert. Die Zapfen der Triebe werden so klein als möglich gehalten. Steinlager ersetzen, je nach Qualität der Uhr, einige oder mehrere Messinglager. Die hierfür verwendeten Rubine werden zum grössten Teil synthetisch hergestellt und stehen im Härtegrad dem Diamanten nahe. Rubinlager werden deshalb viel weniger abgenutzt als Messinglager.

Nicht rundlaufende Räder, zuviel Spielraum der Zapfen, fehlerhafte Achsenabstände und hauptsächlich unregelmässige, nicht einwandfreie Zahnformen wirken sehr schädlich auf die Kraftübertragung und somit auf die Ganggenauigkeit der Uhr.

Eine Präzisionspendeluhr ist in der Regel mit einem sogenannten «Sekunden-Pendel» ausgerüstet. Dieses «Sekunden-Pendel» bewegt sich in einer Sekunde hin und in der zweiten Sekunde zurück, weist also eine Schwingungsdauer von *zwei* Sekunden auf. Seine mathematische Länge beträgt ziemlich genau 100 cm, die wirkliche Länge ist jedoch bei den gebräuchlichen Ausführungen etwas grösser.

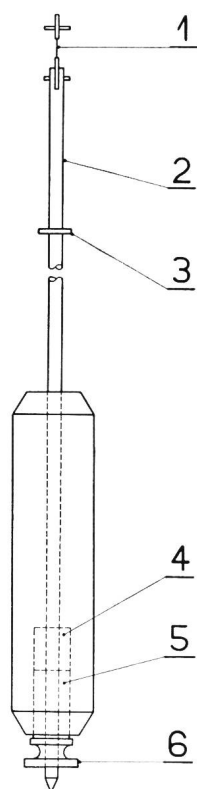


Fig. 3. Kompensationspendel – Pendule compensé

- 1 = Pendelfeder – Ressort du pendule
- 2 = Invarstahl – Acier invar
- 3 = Regulierteller – Plateau de réglage
- 4 = Messingrohr – Tube de laiton
- 5 = Stahlrohr – Tube d'acier
- 6 = Reguliermutter – Erou de réglage

Les mouvements d'horlogerie dont on exige une très grande régularité de marche doivent avoir une force motrice aussi constante que possible, un rouage à faible coefficient de friction, un échappement de précision et un régulateur compensé. Il est facile d'avoir pour une pendule un poids constant. En revanche, obtenir d'un ressort une force constante durant tout son déroulement est un problème plus difficile à résoudre. Les ressorts les plus courants sont les ressorts S dont la désignation provient du fait qu'en dehors du barillet ils prennent la forme d'un S. Cette forme particulière des ressorts, le choix méticuleux du matériel et le traitement à chaud permettent d'arriver à ce que les ressorts complètement remontés se déroulent pendant quatre tours avec une force motrice à peu près constante. Ces ressorts étant relativement durs, ils se cassent plus facilement, ce qui peut faire croire, à tort, qu'il s'agit de ressorts de mauvaise qualité. Les mauvais ressorts ne se cassent pas si souvent, mais ne donnent pas non plus au mouvement la régularité de marche voulue.

Pour diminuer le coefficient de friction des engrenages, les pignons d'acier sont trempés et polis. Les pivots des pignons doivent être aussi petits que possible. Suivant la qualité de la montre, on remplace un ou plusieurs coussinets de laiton par des pierres dont la plus grande partie sont en rubis synthétique ayant un degré de dureté voisin de celui du diamant, ce qui explique pourquoi les pierres s'usent beaucoup moins que les coussinets de laiton.

Des roues qui tournent mal rond, un trop grand ébat des pivots, des distances entre axes erronées et surtout des dents irrégulières, théoriquement défectueuses, ont une très mauvaise influence sur la transmission de la puissance et, par conséquent, sur la précision de marche du mouvement.

La plupart des pendules de précision sont des pendules à seconde dont le balancier met une seconde pour aller et une seconde pour revenir, c'est-à-dire a une durée d'oscillation de *deux* secondes. La longueur mathématique du balancier est assez exactement de 100 cm, mais la longueur réelle est un peu plus grande dans les modèles courants.

Pour compenser l'influence des variations de température, on établit la tige du balancier pendulaire en acier invar qui a un très faible coefficient de dilatation (0,000 000 9 par degré centésimal). Le poids cylindrique du balancier, qui est en fer, est supporté par un tube compensé de laiton et d'acier contrebalançant la dilatation de la tige du balancier et reposant sur un écrou de réglage (fig. 3). Le coefficient de dilatation est si faible que ce court tube compensé suffit amplement.

En outre, des écarts de marche peuvent être provoqués par des variations de pression atmosphérique et d'humidité, ainsi que par des altérations de l'huile dans les paliers. Les contacts actionnés par le balancier influencent également la marche de l'horloge.

Um den Einfluss von Temperaturschwankungen zu kompensieren, wird die Pendelstange aus Invar-Stahl hergestellt, der bekanntlich einen sehr kleinen Ausdehnungskoeffizienten besitzt ( $0,000\,000\,9$  je Grad C). Der Pendelzylinder besteht aus Eisen und ruht auf einem aus Messing und Stahl zusammengesetzten Kompensationsrohr, das der Ausdehnung der Pendelstange entgegenwirkt und auf einer Reguliermutter aufliegt (Fig. 3). Der Ausdehnungskoeffizient ist so gering, dass diese kurzen Kompensationsrohre vollständig genügen.

Gangabweichungen treten auch bei Luftdruck- und Feuchtigkeitsänderungen auf sowie bei Veränderungen des Öles in den Lagern. Ebenso beeinflussen Kontakte, die durch das Pendel betätigt werden, den Gang der Uhr. Eine Pendeluhr sollte, wenn immer möglich, an einer erschütterungsfreien Wand angebracht werden. Die Pendeluhr wird reguliert, indem die Pendelmasse mittels der Reguliermutter (Fig. 3...6) verschoben wird. Am zweckmässigsten geschieht dies so, dass die Pendelmasse von unten nach oben geschoben wird, da sie sich bei der Bewegung von oben nach unten ruckweise verstellen kann. Sekundenpendel mit Regulierteller sind mit der Reguliermutter so zu regulieren, dass sie die Tendenz zum «Nachgehen» haben. Dann wird durch das Auflegen von kleinen Gewichten auf den Reguliertellern (Fig. 3) der Gang der Uhr leicht beschleunigt, durch Wegnehmen verlangsamt, ohne damit die Amplitude des Pendels merkbar zu beeinflussen. Es ist nicht zweckmässig, die Reguliermutter allzuoft zu verstellen. Da sich kleine Schwankungen in der Gangweise oft von selbst ausgleichen, muss die Uhr während längerer Zeit beobachtet werden. Eine Uhr, die dauernd die Tendenz zum Vor- oder Nachgehen hat, ist nicht ausreguliert. Dagegen sind Uhren, die das einmal vor-, das anderemal nachgehen, trotz auftretenden Differenzen ausreguliert. Die Grösse der Abweichungen ist ein Mass für die Qualität der Uhr.

Pendeluhr können nur an ihrem definitiven Standort einreguliert werden, da die Schwingungsdauer eines Pendels von der Erdbeschleunigung abhängig ist.

Bei nicht ortsfesten Uhren (zum Beispiel Taschen- und Armbanduhren) und bei Uhren, die aus räumlichen Gründen klein gehalten werden müssen, tritt an Stelle des Pendels eine Unruhe mit Spiralfeder. Die Unruhe ist ein Rad mit verhältnismässig starkem Kranz (Fig. 4). Um den Einfluss von Temperaturschwankungen auszuschalten, wurde die sogenannte Kompensationsunruhe geschaffen. Ihr Kranz besteht aus Bimetall und ist an zwei Stellen in der Nähe der Speichen aufgeschnitten (Fig. 4). Die Abmessungen sind so gewählt, dass die durch Temperaturschwankungen verursachten Veränderungen der Spiralfeder weitgehend durch Veränderung des Trägheitsmomentes der Unruhe ausgeglichen werden.

In neuerer Zeit werden thermische und magnetische Störungen dadurch bekämpft, dass Spezial-

Autant que possible, une pendule devrait toujours être fixée à une paroi exempte de trépidations ou de secousses. On règle la pendule en déplaçant la masse du balancier à l'aide de l'écrou de réglage (fig. 3 à 6). Le mieux est de déplacer la masse du balancier de bas en haut, le mouvement pouvant la ramener de haut en bas. Les balanciers à seconde pourvus de plateaux de surcharge doivent être réglés à l'aide de l'écrou de réglage de façon qu'ils aient plutôt tendance à retarder. En ajoutant ensuite de petits poids sur les plateaux, on accélère légèrement la marche de l'horloge et, en en enlevant, on la ralentit (fig. 3), sans influencer l'amplitude du balancier. Trop manipuler l'écrou de réglage ne donne aucun résultat. Du fait que les faibles variations de marche s'égalisent souvent d'elles-mêmes, il faut observer l'horloge pendant un certain temps. Une horloge qui a constamment tendance à avancer ou à retarder est mal réglée, tandis qu'une horloge qui tantôt avance et tantôt retarde est bien réglée, indépendamment des différences constatées. Les différences jouent un rôle pour la qualité de l'horloge.

Les pendules ne peuvent être réglées définitivement qu'une fois en place, la période du balancier dépendant du facteur de l'accélération due à la pesanteur.

Pour les montres portatives (par exemple montres de poche et montres-bracelets), ainsi que pour les horloges qui, faute de place, doivent avoir un volume réduit, on a, à la place du balancier pendulaire, un balancier avec un spiral. Le balancier est une roue à couronne relativement forte (fig. 4). Pour combattre l'influence des variations de température, on a créé le balancier dit compensé. Sa couronne bimétallique est coupée à deux endroits à proximité des branches (fig. 4). Les dimensions sont choisies de telle façon que le changement du moment d'inertie du balancier

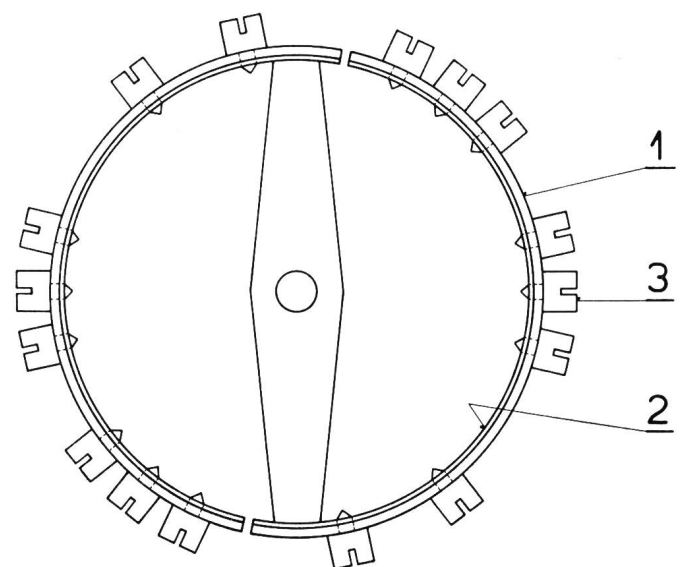


Fig. 4. Kompensationsunruhe – Balancier compensé

- 1 = Messingkranz – Couronne de laiton
- 2 = Stahlkranz – Couronne d'acier
- 3 = Belastungsschrauben – Vis de surcharge



legierungen wie Nivarox, Isoval, Elinvar usw. für die Herstellung wichtiger Teile herangezogen werden.

Die Spiralfeder besteht aus einem schmalen, dünnen Streifen aus ganz besonderem Federstahl, der um ein Vielfaches teurer ist als ein Stück Gold von gleichem Gewicht. Das innere Ende der Spiralfeder ist an der Spiralrolle befestigt, die ihrerseits auf der Unruhachse aufgedrückt ist, das äussere Ende endet in einem festgeschraubten Metallklötzchen. Die Spiralfeder soll ein der Auslenkung aus der Nulllage proportionales Gegendrehmoment erzeugen, damit die Schwingungsdauer der Unruhe unabhängig wird von der Schwingungsweite.



Fig. 5. Spiral Bréguet – Spiral plat

Eine gewöhnliche Spirale baucht bei der Bewegung seitlich aus (das heisst, sie liegt nicht mehr konzentrisch um die Achse), wodurch zusätzliche Spannungen und dadurch ein seitlicher Zapfendruck entsteht. Durch die dabei entstehende Reibung wird die Ganggenauigkeit vermindert. Der Neuenburger Uhrmacher *Abraham Louis Bréguet* (1747–1823) befestigte das äussere Ende der Spirale möglichst nahe bei der Achse, indem er die letzte Windung aufbog (Fig. 5). Er vermied dadurch die Ausbauchung der Spirale und den damit verbundenen zusätzlichen Zapfendruck. Dabei ist die Form der aufgebogenen Endwindung wichtig.

Da auch die bestregulierte Uhr infolge Veränderungen der Eigenschaften der Spirale auf die Dauer ihren einregulierten Gang nicht beibehält, muss eine Vorrichtung vorhanden sein, mit der man die Schwingungsdauer der Unruhe beeinflussen kann. Diese Vorrichtung heisst man «Rücker». Er ist um die gleiche Achse wie die Unruhe drehbar und trägt einen Zeiger, der über einige Teilstriche einer Skala zwischen den Punkten A und R (avance und retard) bewegt werden kann (Fig. 6). Gegenüber, oder rechtwinklig zum Zeiger ist der Schlüsselträger, der bei der flachen Spirale einen Stift und einen exzentrischen Verschluss trägt, damit die Spirale nicht abgleiten kann. Bei der Bréguet-Spirale weist der Schlüsselträger zwei Stifte auf, zwischen denen die Spirale frei schwingen soll. Stiften und Spirale berühren sich erst dann, wenn sich die Unruhe etwa 20 Grad aus der Nulllage entfernt hat. Die Stifte vom Rücker machen das Ende der Spirale gewissermassen unwirksam. Je nach Stellung des Rückers wird die Spirale weicher oder härter. Je weiter man die Stifte vom Ende der Spirale entfernt, desto schneller geht die Uhr.

Wenn eine Uhr mit Unruhe in verschiedenen Lagen geprüft wird, ist die entstehende Gangdifferenz (Lagedifferenz) für die Qualität der Uhr mitbestimmend.

compense largement les modifications du spiral causées par les variations de température.

Actuellement, pour lutter contre les perturbations thermiques et magnétiques, on utilise des alliages spéciaux comme le nivarox, l'isoval, l'élinvar, etc. pour fabriquer les pièces importantes.

Le spiral est constitué par une mince bandelette étroite en acier à ressort tout à fait spécial dont le prix est beaucoup plus élevé que celui d'un morceau d'or de même poids. Son extrémité intérieure est fixée dans une virole forcée sur l'axe du balancier, tandis que son extrémité extérieure aboutit à un piton fixe. Le spiral doit développer une force antagoniste proportionnelle à son extension, pour que la période du balancier soit indépendante de l'amplitude des oscillations.

Un spiral ordinaire se renfle latéralement lors de son mouvement (c'est-à-dire n'est plus concentrique à l'axe), ce qui engendre des tensions complémentaires et une pression latérale des pivots. Le frottement en résultant diminue la précision de marche. L'horloger neuchâtelois *Abraham-Louis Bréguet* (1747 à 1823) fixa le point d'attache extérieur le plus près possible de l'axe en courbant la dernière spire (fig. 5). Il supprima ainsi le renflement du spiral et, par conséquent, la pression complémentaire des pivots. La forme de la dernière spire courbée est importante.

Du fait que, par suite de modifications des caractéristiques du spiral, la marche de la montre même la mieux réglée varie à la longue, on a prévu un dispositif au moyen duquel on peut modifier la durée des vibrations du balancier. Ce dispositif est la raquette se mouvant sur le même axe que le balancier et dont la longue branche, en forme d'aiguille, peut être déplacée sur une échelle graduée entre les points A et R (avance et retard) (fig. 6). A l'opposé et parfois à angle droit avec la longue branche, la courte branche porte, pour les spiraux plats, une goupille

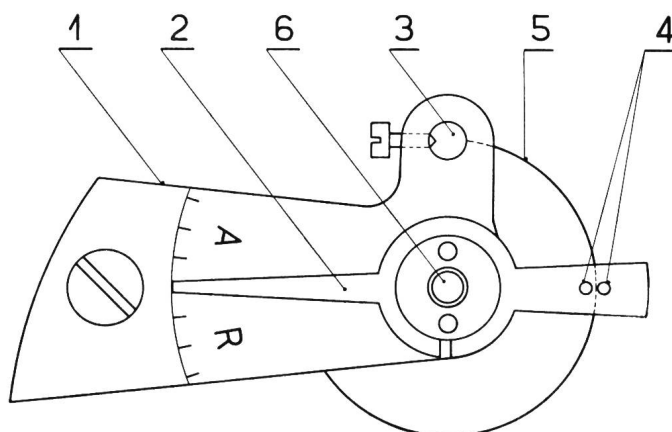


Fig. 6. Reguliervorrichtung – Dispositif de réglage

- 1 = Unruhkloben – Coq
- 2 = Rückerzeiger – Branche de la raquette
- 3 = Spiralklötzchen – Piton triangulaire
- 4 = Stiften (Schlüssel) – Goupilles (clé)
- 5 = Spiral, äusserste Windung – Spire extérieure du spiral
- 6 = Deckstein – Coqueret

Die Unruhzapfen laufen in Gegenlagern (Fig. 7). Die gebräuchlichste Schwingungszahl der Unruhe beträgt 18 000 Schwingungen in der Stunde. Bei Uhren werden nur die Zapfen, die Aufzugsfedern, die Paletten des Ankers und die Hebesteine leicht geölt. Dagegen erhält die Verzahnung kein Öl. An das Öl werden sehr grosse Anforderungen gestellt: es soll sich weder verflüchtigen noch verharzen, es darf sich aber auf der Metall- oder Rubinoberfläche nicht ausbreiten.

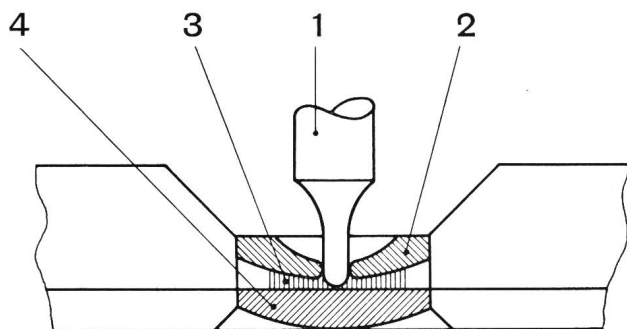


Fig. 7. Unruhlager – Support du balancier

- 1 = Unruhzapfen – Pivot du balancier
- 2 = Lochstein – Pierre
- 3 = Öl – Huile
- 4 = Deckstein – Contre-pivot

Die Uhr ist eines der feinsten Wunderwerke. Eine Uhr, die im Tag eine Minute abweicht, weist immer noch einen kleinern Fehler als 1 Promille auf und wird trotzdem als schlecht beurteilt! Von einer guten Armbanduhr verlangt man ohne weiteres eine mindestens 10mal höhere Genauigkeit (0,1 Promille = 9 sec/Tag), obwohl diese grosse Temperaturschwankungen, Stösse und Lageänderungen zu erdulden hat. Ausserdem wird sie oft jahrelang nicht gepflegt. Ortsfeste Uhren, vor allem solche für astronomische Zwecke, erreichen eine noch mehrfach grössere Ganggenauigkeit. Trotz aller Gewöhnung an technische Wunder dürfte man einem Uhrwerk sicher immer noch ein wenig Ehrfurcht entgegenbringen.

et une clé excentrique; pour les spiraux Bréguet, elle porte deux goupilles entre lesquelles le spiral doit osciller librement. Les goupilles de la raquette n'entrent en contact avec le spiral que lorsque le balancier s'écarte d'environ 20 degrés de la position d'équilibre. Elles annihilent en quelque sorte l'action de l'extrémité du spiral. Suivant la position de la raquette, le spiral est plus ou moins élastique. Plus on éloigne les goupilles de l'extrémité du spiral, plus la montre marche vite.

Lorsqu'une montre à balancier est contrôlée dans diverses positions, les écarts de marche ainsi obtenus (différences de position) déterminent la qualité de la montre.

Les pivots du balancier tournent dans des contre-pivots (fig. 7). Le nombre de vibrations le plus courant du balancier est de 18 000 à l'heure. Dans les montres, on n'huile légèrement que les pivots, les ressorts de barillet, les plaquettes de l'ancre et les levées. En revanche, l'engrenage n'est pas huilé. L'huile doit être de très bonne qualité: elle ne doit ni se volatiliser ni se résinifier; elle ne doit pas s'étaler sur les surfaces métalliques ou sur les surfaces des rubis.

La montre est une merveille de précision et de fine mécanique. Une montre qui varie d'une minute par jour accuse une erreur inférieure à 1 pour mille et est, néanmoins, qualifiée de mauvaise. D'une bonne montre-bracelet, on exige sans autre une précision au moins dix fois supérieure (0,10 pour mille, soit environ 9 secondes par jour), bien qu'elle doive supporter de grandes variations de température, des chocs et des changements de position. En outre, elle ne reçoit souvent aucun soin pendant plusieurs années. Les montres stationnaires, surtout celles qui servent à l'astronomie, atteignent une précision de marche encore bien supérieure. Bien que nous soyons accoutumés à ces miracles de la technique, nous éprouvons toujours un peu de respect lorsque nous admirons un mouvement d'horlogerie.

## Verschiedenes - Divers - Notizie varie

### 100 Jahre Verein deutscher Ingenieure

Am 12. Mai dieses Jahres beging der Verein deutscher Ingenieure (VDI) in Berlin die Feier seines 100jährigen Bestehens. In einer umfangreichen Festausgabe gedenkt die VDI-Zeitschrift der Arbeit des Vereins und vermittelt zudem einen Überblick über die Tätigkeit der Bezirksvereine, die Arbeit in den Fachgliederungen sowie über das Wesen und die Aufgaben des VDI-Schrifttums.

Die Gründung des Vereins geschah zu einer Zeit, in der es noch wenig Ingenieuraufgaben und wenig Ingenieure gab. Die Technik hatte kaum begonnen, das Leben der Menschen umzugestalten; es floss noch geruhsam und gleichmässig dahin: man ging in Gehrock und Zylinder ins Geschäft, Petroleum hatte noch Seltenheitswert, die ersten Nähmaschinen kamen gerade auf. Pferdebahnen oder gar Strassenbahnen waren noch unbekannt. 1849 erstand die erste Telegraphenlinie zwischen Berlin und Frankfurt.

Es ist wichtig, sich den damaligen Stand der Gütererzeugung vor Augen zu halten. Das Zeitalter des Flusseisens begann erst 1855 mit dem Versuch Bessemers, aus Roheisen durch Einblasen von Luft schmiedbares Eisen zu gewinnen. 1835 fuhr die erste deutsche Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth, 1841 lieferte Borsig seine erste Lokomotive ab, um 1847 fing Krupp an, Achsen, Räder und Federn aus Gußstahl zu fertigen, 1849 drehten sich die ersten Francis-Wasserturbinen, 1850 schuf Bunsen seinen Gasbrenner, 1851 war die erste Weltausstellung in London, 1855 die zweite in Paris.

Die Geburtsstunde des Vereins fällt also in einen Zeitabschnitt, in dem in Deutschland die Technik sich mächtig zu regen begann, um den Vorsprung anderer Länder aufzuholen. Als Gründungsziel wird denn auch «... ein inniges Zusammenwirken der geistigen Kräfte deutscher Technik zur gegenseitigen Anregung und Fortbildung im Interesse der gesamten Industrie Deutschlands» stipuliert. Das Ziel sollte durch eine regionale Zusammenfassung