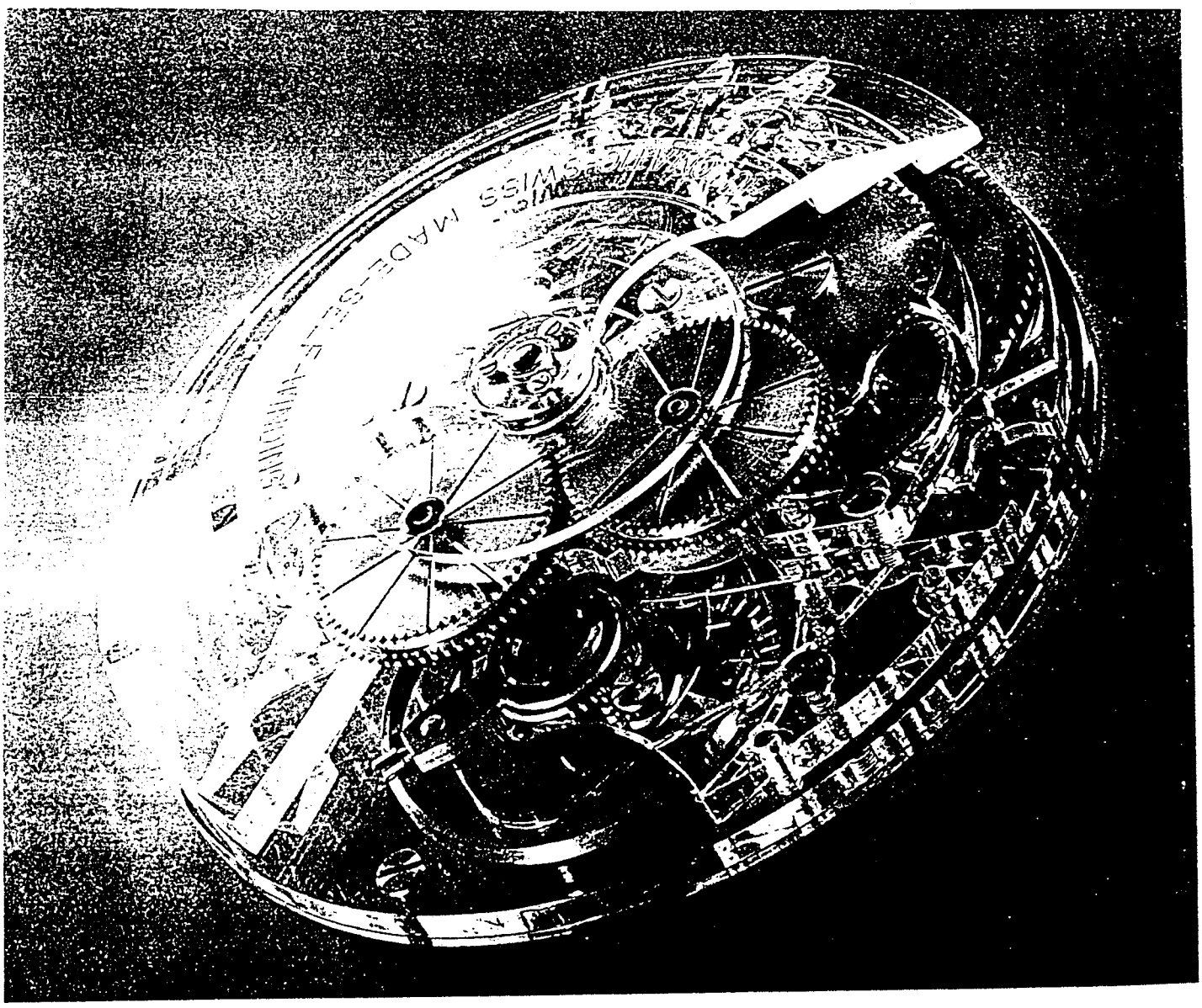
DIE AUTOMATISCHE UHR

Die Uhr mit dem automatischen Aufzug hat ihre führende Stellung beibehalten. Noch vor Jahresfrist ist die Ansicht vertreten worden, dass die elektrische und die elektronische Uhr auf Kosten der automatischen Uhr gewaltige Fortschritte erzielen würden. Diese Voraussage ist nicht eingetroffen trotz gross aufgezogenen Ankündigungen. Die elektrische Uhr ist in ihrer Weiterentwicklung stecken geblieben, wobei die heutige Überkonjunktur den grossen Hemmschuh bildet. Andererseits haben sich in den letzten Jahren einige Kaliber stark bewährt, dass sie noch auf Jahre hinaus eine grosse Rolle spielen werden. Der Siegeszug der automatischen Uhr hält an.

IHRE ENTWICKLUNG,FUNKTION,KALIBER,REPARATUR UND ANALYSE



I N H A L T

TEIL 1: ENTWICKLUNG

Vorwort.The Swiss Watch(T.S.W.)

Historisches/Zeittafel.Georg Schindler:Alte Uhren,München1981

Von den Gnomen zur automatischen Uhr.N.N,o.J

Aus der Geschichte der automatischen Uhr.T.S.W.,ca.1970

TEIL 2: FUNKTION

Uhren mit automatischem Aufzug,deren Funktion und Reparatur.A.Piechota,Biel/Schweiz.Uhrmacherzeitung 1943

Die technische Analyse der Uhr mit automatischem Aufzug. B.Humbert,o.J.

Entscheidende Verbesserungen der automatischen Uhr.T.S.W,7/1963

Die Automaticuhr in Verkauf und Werkstatt.G.Schindler, Neue Uhrmacher-Zeitung Ulm(N.U.)6/1964

Der automatische Aufzug.Hans Lochmann,N.U.6/1964

Die Automatic-Kaliber von Bernhard Förster.N.N. N.U.6/1964

Die Selbstaufzug-Armbanduhr in der Werkstatt.W.Müller,N.U.6/1964

Untersuchung über den Wirkungsgrad des automatischen Federaufzugs.R.E.Müller,N.U.6/1964

Automatic-Uhren auf dem Vormarsch.Georg Rother,N.U.5/1965

TEIL 3: KALIBER UND REPARATUR

Die Vorteile der EPORA-Automatic.Bernhard Dierich,N.U.17/1961

Die BADENIA Kugellager-Automaten.N.N. N.U.23/1961

Otero-Kaliber 77 und 772.Beilage zur Deutschen Uhrmacher-Zeitschrift 11/1962

Technische Beschreibung über Konstruktion und fachmänische Pflege der IWC-Automatic.N.N. N.U.12/65

Neue Patentanmeldung(Gruen).Edwin Zills

Die ausschlaggebenden Vorteile der neuen Kingmatic "S"(Movado)

Cyma-Automatic

Die Uhr mit automatischem Aufzug-Admes-Indimatic.Horex

Kaliber 11 1/2´´´FL 251(Favre-Leuba)

Konstruktion und Funktion der Eterna-Matic

Kaliber "Slendermatic"der Büren Watch.Büren:G.Robert

Rolamatic,die erste automatische Uhr mit Rollenlager.
Deutsche Uhrmacher Zeitschrift 1/1955

Rotowind,Buren Watch Company S.A.

Girard-Perregaux,La Chaux-De-Fonds,Gyromatic 21
Montres Zenith S.A.Le Locle,Cal.120
International Watch Co.,Schaffhouse,"Ingenieur"

TEIL 4: ANALYSE

Untersuchung an Rotoren von Automatikuhren.Emil Unterwagner,
N.U.24/1962

Untersuchung über das Verhalten automatischer Uhren beim
Tragen.Hans Kocher,N.U.8...10/1964

Automat-Konstanz.Arnold Ulmer,N.U.5/6/1965

Antrieb und Abtrieb in der Automatic-Uhr.Georg Schindler,
N.U.6/1965

Ärger mit dem Gleitmoment.Walter Babos,N.U.6/1965

Energiequelle und Energieübertragung der mechanischen
Armbanduhr.H.Kocher,N.U.5/1965

Exames de I´efficacité des remontoirs automatiques.M.Hans
Kocher,Societe Suisse De Chronometrie 1965

Über die "Geheimnisse der automatischen Uhren".P.Béguin,1968

Un Progrés Décisif...Mido.Walter Schaeren

Motre á remontage automatique et secoude au centre.G.-A.
Berner



_La voyez-vous, la comète ?... là haut ... au bout de mon doigt ... ne perdez pas de vue mon doigt !...

Die erste automatische Uhr wurde im Jahre 1770 von Abraham Perrelet dem Älteren in Le Locle erfunden. Die durch das Marschieren des Trägers dieser Uhr entstandenen Stösse brachten ein Gewicht zum Auf- und Abschwingen, das die Uhr aufzog

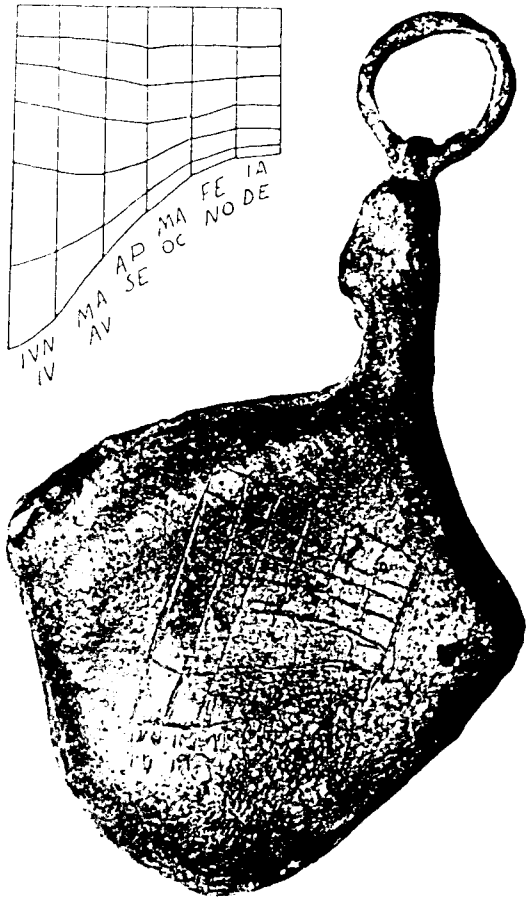
Wie der Chronist zu berichten weiss, soll Perrelet eine Frau gehabt haben, die an Boshaftigkeit der Gattin Sokrates' nicht nachstand. Sollte die Zungenfertigkeit der Ehegattin den braven Uhrmacher von Le Locle zur Erfindung des stets sich bewegenden Mechanismus geführt haben

V

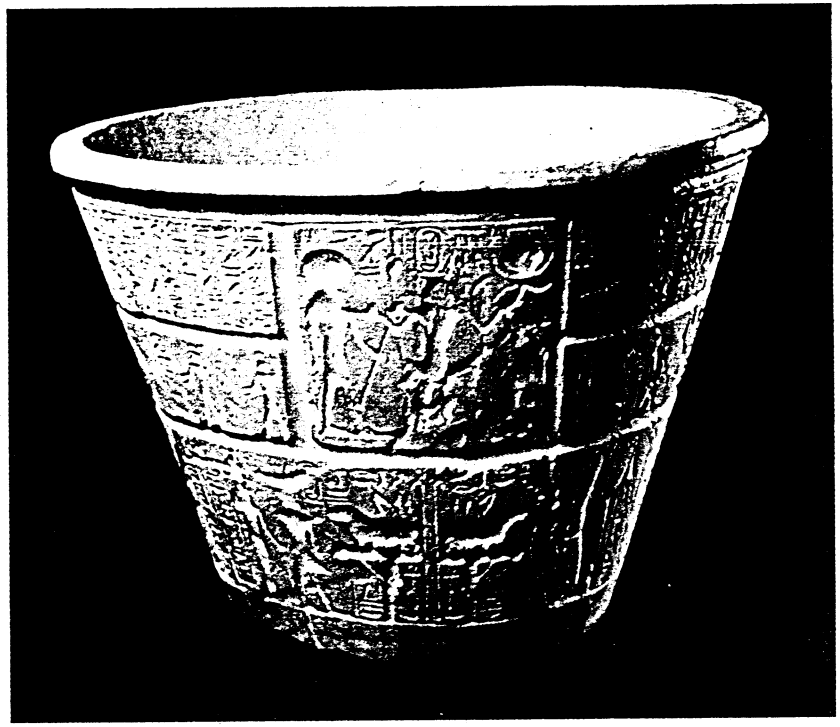
Die Geschichte der Zeitmesser ist zugleich ein Teil unserer Kulturgeschichte. Als der Mensch mit den Völkern des alten Orients, mit Sumer, Akkad und Babylon, ins Licht der Geschichte trat, entwickelte sich zugleich mit der Schrift das Verhältnis zur Zeit. Kaum war diese meßbar geworden, wurde sie zum großen Rätsel, um dessen Lösung sich der Mensch mühte.

Von den Babyloniern schon kam mit der sexagesimalen Teilung des Kreises die Einteilung der Stunde in 60 Minuten. Die Teilung des Tages in 24 Stunden führten jedoch die Ägypter ein.

Sonnen-, Wasser- und Sternuhren dienten den alten Völkern vor 2000



Nachbildung einer antiken Reisesonnenuhr aus Bronze in Form eines Schinkens (Schinken von Portici, gefunden 1755). Um die Stunde abzulesen, dreht man den aufgehängten Schinken, bis der Schatten des durch den Schwanz des Tieres links gebildeten Gnomons auf den betreffenden Monat fällt. Auf den Vertikallinien läßt sich annähernd die Stunde ablesen. (Wuppertaler Uhrenmuseum Abeler)



Ägyptische Auslauf-Wasseruhr aus der Zeit des Pharao Amenophis III. (1411–1375 v. Chr.). Nachbildung im Wuppertaler Uhrenmuseum Abeler, Original in Kairo. Bei Sonnenuntergang wird das Auslaufgefäß mit Wasser gefüllt. Der sinkende Wasserspiegel zeigt an den Zeitmarken im Innern des Gefäßes den Ablauf der Stunden an.

und mehr Jahren zur Festlegung ihres Kalenders und der religiösen Kulthandlungen. Man bediente sich vermutlich zunächst der sog. Gnomonen, der Sonnenuhren, bei denen die Zeit an der Länge oder der Richtung eines Schattens abgelesen werden konnte, der von einem geeigneten und richtig eingestellten Sonnenzeiger geworfen wurde. Der entscheidende Nachteil dieser Art Zeitmessung war es, daß sie nur am Tage und bei klarem Himmel möglich war. Wohl aus dieser Zwangslage heraus geschah die Erfindung der Wasseruhr. Die einfachsten Arten dieser Zeitmesser bestanden aus einem Gefäß, das das Wasser nur tropfenweise verlassen konnte, während man an einer Skala an der Innenseite der Gefäßwandung die »abgelaufenen« Stunden ablas.

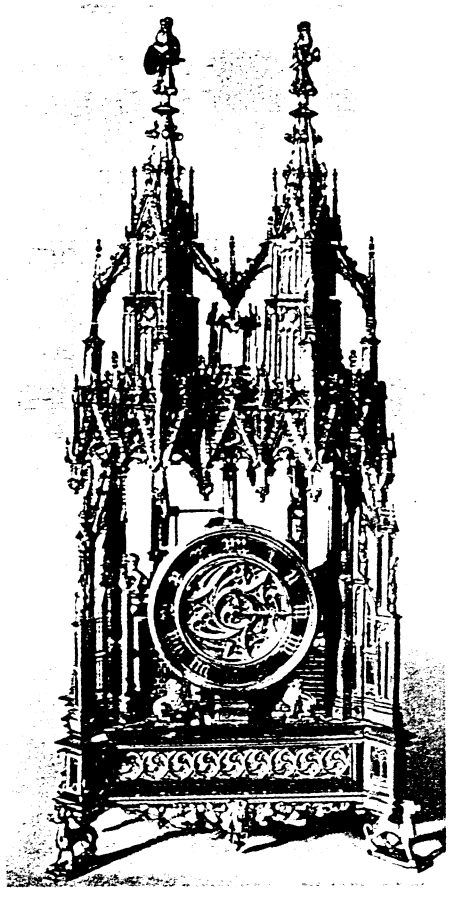
Um 1500 vor Christus konstruierte Amenemhet, »Fürst und Führer des königlichen Siegels«, für den ägyptischen König Amenophis I. (reg.

1527–06 v. Chr.) eine Wasseruhr. 547 v. Chr. baute Anaximander, der älteste philosophische Schriftsteller der Griechen, in Sparta eine Sonnenuhr. Die erste öffentliche Wasseruhr hingegen wurde 158 v. Chr. durch den Zensor Publius Cornelius Scipio Nasica in Rom aufgestellt.

25 v. Chr. verfaßte Vitruv, Kriegsbaumeister Caesars, sein Werk ›De architectura‹ in zehn Büchern. Das neunte Buch handelt von der Zeitmessung und schildert ausführlich die Konstruktion von Sonnen- und Wasseruhren. Er beschreibt u. a. die Wasser-Räderuhr des Ktesibios, die »Klepsydra«, was »Wasserstehler« bedeutet, womit wohl der unmerkliche Ablauf des Wassers gemeint war. Mit dieser Uhr des Ktesibios begann der Bau mechanischer Räderuhrwerke, der in den arabischen Ländern mit großer Vollkommenheit betrieben worden sein muß, denn es gab damals schon Wasseruhren mit Räderwerken und kunstvollen Automaten. Der Kalif Harun al Raschid ließ im Jahre 807 Kaiser Karl dem Großen in Aachen durch eine Gesandtschaft eine derartige kostbare Wasseruhr überreichen.

Als Abarten dieser »natürlichen« Zeitmesser kann man die Kerzenlichtuhren, Öllampenuhren und Feueruhren betrachten, die in der Frühzeit ebenfalls verbreitet waren. Durch Jahrhunderte haben sich die Sonnenuhren und Wasseruhren nebeneinander gehalten, tragbare Sonnenuhren wurden sogar bis ins 18. Jahrhundert hinein zur Zeitmessung benutzt. Heute dienen Sonnenuhren nur noch gestalterischen Zwecken, und niemand würde die Zeit an ihnen ablesen, um die Einstellung seiner eigenen Uhr zu überprüfen.

Die ersten Räderuhren mit Waag (Foliot) sind erst für die Zeit um 1300 nachweisbar. Es waren zunächst kleinere Türmeruhren, die dem Türmer die Zeit anzeigten und ihn mahnen sollten, die Glocken anzuschlagen. Später entstanden größere Turmuhren mit Stunden- und Viertel-Schlagwerken. Eine der ältesten Räderuhren dieser Art befindet sich im Germanischen National-Museum in Nürnberg. Es ist die Türmeruhr aus der Wächterstube der St. Sebaldus-Kirche in dieser Stadt. Die ältesten Räderuhren waren zum Teil noch rohe, sehr einfache Werke eines Schlossers oder Schmieds, ganz in Eisen gearbeitet. Betrieben wurden sie durch ein Gewicht aus Stein, Eisen oder Blei, das über eine Rolle das Gangwerk antrieb. Um das Uhrwerk langsam ablaufen zu lassen, mußte es »gehemmt« ablaufen; es war also eine Hemmung, auch Gang genannt, notwendig. In dieser Hemmung, die mit dem Hemmregler (Waag, Foliot, Radunruh) zusammenarbeitet, gipfelte die eigentliche Erfindung der Räderuhr. Schlagwerke ergänzten schon bald neben Weckerwerken die Gangwerke. Durch Verkleinerung der Turmuhren entstanden die Hausuhren (Wanduhren, Türmchenuhren), die mit Schlag- und Weckerwerk ausgerüstet waren und mehr und mehr dazu beitrugen, daß ihre Besitzer nach der Zeit arbeiteten und lebten. Der Tagesablauf wurde genauer eingeteilt. Spätgotik und Renaissance waren für die Weiterentwicklung der Räderuhr von größter Bedeutung. Die ersten Großuhren, die durch-



Die erste heute bekannte Federzuguhr ist die berühmte Standuhr des Herzogs Philipps des Guten von Burgund. Sie war um 1430 im Gebrauch und ist jetzt eine der Kostbarkeiten des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg.

wegs auf Türmen untergebracht waren, wurden auch bald in verkleinertem Maßstab für die Halle des Stadt- und Bürgerhauses hergestellt. Von hier aus gesehen war es also naheliegend, den Uhrgehäusen die Form eines Turmes zu geben. Das gestalterische Motiv wurde der Renaissance-Architektur entlehnt: der schwere Viereckturm diente als Vorbild für das Gehäuse des Räderwerks. Wie zu allen Zeiten wurde der »fertige Stil« auch hier nicht einfach geboren; er entwickelte sich allmählich und setzte sich schließlich durch.

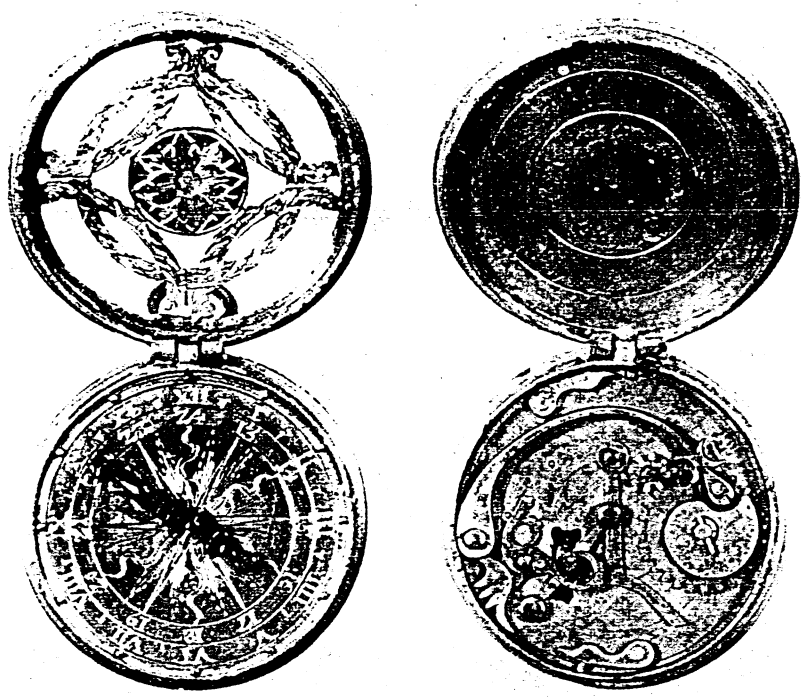
Sehen wir uns diese Türmchenuhren etwas genauer an: Der Uhrmacher oder Goldschmied, der damals oft die Gehäuse aus vergoldeter Bronze fertigte, beherrschte nicht nur die Grundlagen der Mechanik, sondern war auch mit den Problemen der Astronomie und Astrologie des Jahreskreises und des Kalenders vertraut. Es entstanden wahrhaft große Kunstwerke in jener Zeit, die heute der Stolz vieler Uhrenmuseen sind.

Solche Uhren waren aber nicht für breite Bevölkerungsschichten geschaffen, selbst die einfacher geschmiedeten Uhren waren für den Bürger von damals unerschwinglich. Aber das neue Zeitgefühl, – durch die Glockenschläge der Turmuhren stets wach –, verlangte nach Uhren, und so kamen im 13. Jahrhundert etwa die Sanduhren auf. Noch bis ins 18. Jahrhundert hinein wurden sie allenthalben zur Zeitmessung verwendet. In einer französischen Zeitschrift, dem ›Mercure galant‹ vom Oktober 1678 heißt es: »Es gibt wenige Studierzimmer, wo die Sanduhr nicht im Gebrauch wäre.« Oft waren in dieser Zeit die Sanduhren zuverlässiger als die einfachen Räderuhren. In der Schiffahrt verwendete man Sanduhren bis ins 19. Jahrhundert. Von hier stammt der seemännische Ausdruck »Glasen«, d.h. das Umdrehen der Sanduhrgläser alle halbe Stunde.

Jahrhunderte hindurch finden sich die Räder-, Sand- und Sonnenuhren nebeneinander als gebräuchliche Zeitmesser. Es wurden nämlich nicht nur immer weitere Verbesserungen für die Räderuhren entwickelt, auch die alten Sonnenuhren wurden brauchbarer und durch die Verbindung mit dem Kompaß unabhängig vom Standort. So exportierte die Stadt Genf im Jahre 1484 – Peter Henlein war bereits geboren – mehr als 250 Dutzend Taschensonnenuhren.

Zu wissen, »was die Stunde geschlagen hat«, wurde ein immer allgemeineres Verlangen. Praktische Bedürfnisse spielten dabei selbstverständlich eine große Rolle, vor allem der wachsende Handel, der regelmäßige Postverbindungen verlangte (1516 bekamen die Herren von Thurn und Taxis ihr Privileg dafür). Aber nicht weniger als die Reisenden und Soldaten waren die Gelehrten daran interessiert, die Zeit zu messen, allen voran die Astronomen und Astrologen. Man rechnete in den meisten Ländern noch nach Temporalstunden, die im Sommer tagsüber, im Winter nachts länger sind, und ließ den neuen Tag abends oder morgens anfangen. Es wurden die Stunden nach der italienischen, böhmischen oder der Nürnberger Uhr gezählt.

Um 1510 baute der Nürnberger Schlosser Peter Henlein kleine Uhren »aus wenig Eisen, mit sehr vielen Rädern, welche, wie man sie auch legen oder stellen mag, und ohne alles Gewicht 40 Stunden zeigen und schlagen, gleichviel, ob sie am Busen oder in der Geldbörse getragen werden«. Für die damalige Welt war diese Mitteilung des Johannes Cochläus, seinerzeit Schulrektor in Nürnberg, eine Sensation, als er in seinem 1511 gedruckten Buch ›Cosmographia Pomponii Melae‹, die erste deutsche Taschenuhr erwähnte, wenngleich gegen 1480 aus Italien schon von kleinen, tragbaren Uhren berichtet wurde. Diese tragbaren Räderuhren waren noch außerordentlich primitiv; die erhaltenen Exemplare beweisen es. Ihre Gehäuse waren von kreisrunder, trommelartiger Form und nicht, wie fälschlich angenommen, eiförmig. An Stelle der runden Unruh, der Radunruh, finden wir die Waag. Diese Uhren sind, wie nahezu alle Uhren bis etwa zum Jahre 1790, mit einer Spindelhemmung versehen. Eine



Dosenförmige Kleinuhr aus vergoldeter Bronze, Eisenwerk um 1560. Das zylinderförmige Gehäuse hat 68 mm Durchmesser, ist 29 mm dick und zeigt auf der Zifferblattseite einen Schutzdeckel mit einem Blumenmedaillon, gehalten von Bändern. Dieser Schutzdeckel war notwendig, weil die frühen Halsuhren an Bändern getragen wurden. Das Zifferblatt zeigt 12 Stunden in römischen Zahlen, auf einem zweiten Zahlenring war die sog. Nürnberger große Uhr, die 13. bis 24. Stunde, in arabischen Zahlen aufgeteilt. Der Stahlzeiger zeigt die für die Spätgotik übliche Zeigerform. Die Waagunruh ist auf dem rechten Bild zu sehen, ihre Schwingung wird durch verschiebbare Schweinsborsten an einem Hebel reguliert. Zum Ausgleich der Federkraft dient das Stackfreed, eine schneckenförmige Scheibe, auf der sich mit Federdruck eine Rolle bewegt, die wie eine Bremse hemmend auf den Zug der freien Feder wirkt. Das Stackfreed findet sich nur bei den frühen deutschen Kleinuhren.

Spiralfeder ist noch nicht vorhanden, sie wurde erst 150 Jahre später erfunden.

Um den Gang einigermaßen gleichmäßig zu gestalten, verwendete man eine aufrecht stehende Schweinsborste als zurückfederndes Element, die später durch eine senkrecht stehende Stahlfeder ersetzt wurde. Durch den ungleichen Federzug entstand nämlich ein unregelmäßiger Uhrgang, der Differenzen bis zu 15 Minuten innerhalb von 12 Stunden zur Folge hatte.

Dies versuchte man durch eine Federbremse, den Stackfreed, auszugleichen.

Die frühen tragbaren Uhren zeigten nur die Stunden an, die Minutenanzeige konnte erst später, ca. 1680, als die Uhrwerke technisch verfeinert waren, erfolgen. Doch gelegentlich wurde die Minutenanzeige bereits an besonders kostbaren Renaissanceuhren (Türmchenuhren) des 16. Jahrhunderts eingebaut. Um 1550 entstanden die ersten technisch vollendeten Uhrwerke: Eiserne Platinen (Werkgestelle) und Räder haben solchen aus Messing und feiner Vergoldung Platz gemacht, die Uhrkloben (Lagerbrücken) sind künstlerisch graviert und die Gestellpfeiler formschön gedreht. Um die Mitte des 17. Jahrhunderts wurden flache, runde Uhren gefertigt, die meist in durchbrochenen, künstlerisch ausgestatteten Gehäusen aus feuervergoldeter Bronze als Halsuhren getragen wurden. Es bildete sich auch die Eiform der Halsuhren aus, die sog. »Nürnberger Eyerlein«, die irrtümlich lange Zeit als die frühesten, tragbaren Uhren angesehen wurden. Gegen 1630 wurden die ovalen Uhren von runden Taschenuhren (Sackuhren) mäßiger Größe abgelöst. 1632 entstanden in Blois (Frankreich) die ersten Taschenuhrgehäuse mit Emailmalereien. Die Uhrwerke erhielten durch Gravierung der Messingkloben und Werkplatten eine immer feinere Ausstattung.

Ein Markstein in der Entwicklung der Zeitmeßtechnik ist die Erfin-

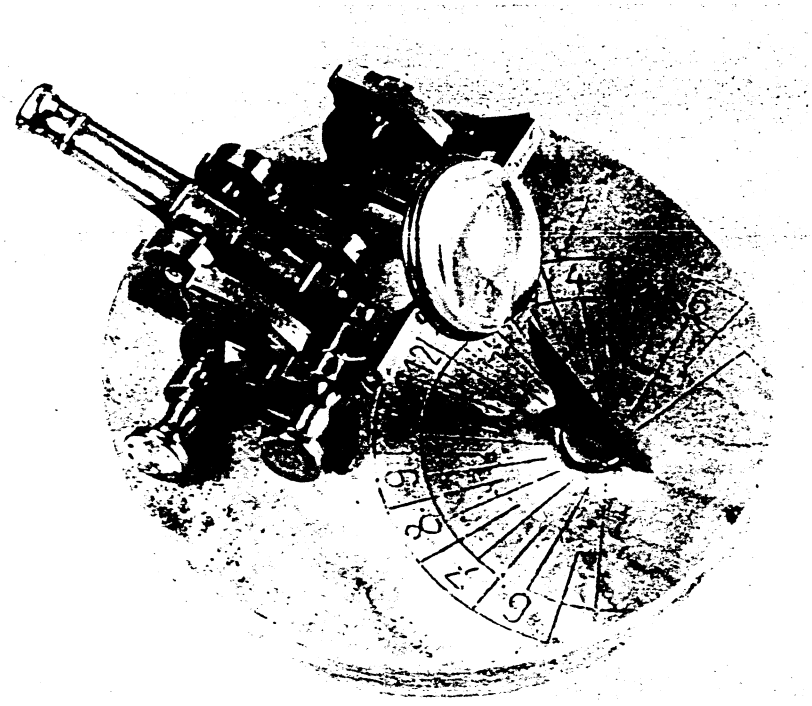


Um die Mitte des 17. Jahrhunderts kommen die flachen, runden Halsuhren mit Spindelhemmung und Foliot (Waag) auf. Sie zeigen nur die Stunden an, vor 1680 gibt es bei Kleinuhren noch keine Minutenzeiger.

dung des Uhrpendels, das bald Waag und Radunruh bei den Großuhren ersetzen sollte. Diese Erfindung wird Galileo Galilei zugeschrieben, denn er entdeckte 1583 das für die Pendeluhr so bedeutsame Gesetz des Isochronismus. (Isochrone Schwingungen sind zeitengleiche Schwingungen bei verschiedener Auslenkung des Pendels.) Galilei hat noch im Jahre 1641 (er starb am 8. Januar 1642) die Verbindung des Pendels mit der Uhr ersonnen. Viviani, einer seiner Schüler, soll 1649 die erste Pendeluhr beschrieben haben, die nach den Angaben des großen Gelehrten gebaut worden war. Seine Erfindung geriet jedoch in Vergessenheit. 1656, 14 Jahre nach Galileis Tod, erfand der Niederländer Christian Huygens (1629–1694) die Pendeluhr von neuem und entwickelte auch als erster eine genaue Theorie des Pendels in seinem Buch ›Horologium oscillatorium‹, das 1673 erstmals in Paris erschien. In diesem Buch findet sich auch eine genaue Beschreibung der Pendeluhr, die von dem niederländischen Uhrmacher Salomon Coster 1657 in Den Haag nach den Angaben von Huygens angefertigt wurde. Die ersten Pendeluhren hatten als Wand- oder Bodenstanduhren noch immer die Spindelhemmung, bis 1680 der englische Uhrmacher William Clement die rückfallende Ankerhemmung (den Hakengang) erfand, der die Ganggenauigkeit der Pendeluhr erheblich steigerte. Gegen Ende des 17. und zu Beginn des 18. Jahrhunderts entstanden die ersten schönen Bodenstanduhren in den Niederlanden und in England. Die französischen Tischuhren waren den deutschen ebenbürtig und überholten sie bald. Mit dem Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges ging dann das einstmals blühende deutsche Uhrmachergewerbe unter; die Niederlande, Frankreich, England und wenig später die Schweiz traten das Erbe an. Nürnberg, Augsburg, Ulm und Straßburg sowie andere Städte, einst Zentren der Uhrmacherei, wurden mehr und mehr bedeutungslos, und Paris, Genf, London und Amsterdam traten an ihre Stelle.

Die weitere Entwicklung der mechanischen Räderuhren wurde im 18. und 19. Jahrhundert durch viele Erfindungen englischer, französischer und Schweizer Uhrmacher bestimmt. Durch immer bessere Uhrhemmungen und zweckmäßigere Aufhängungen der Pendel wurde die Ganggenauigkeit der Uhren vervollkommnet.

Man ersetzte die rückführende Hemmung, die den Pendelausschlag störte, durch eine ruhende Hemmung, die das Pendel frei und ohne Störungen schwingen ließ. Es war der englische Uhrmacher George Graham (1673–1751), der diese ruhende Hemmung erfand. Graham benutzte auch als erster Pendelstangen aus Tannenholz, die er mit Schellack tränkte, und die bei Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit keine Längenänderungen zeigten. Zu seinen bedeutendsten Erfindungen zählt auch das Quecksilber-Kompensationspendel. Thomas Tompion, Erfinder der Zylinderhemmung für Taschenuhren, war sein Lehrmeister. Diese Zylinderhemmung hieß anfangs – recht urwüchsig – wegen der Form des Hemmungsrades »Sautroghemmung«.



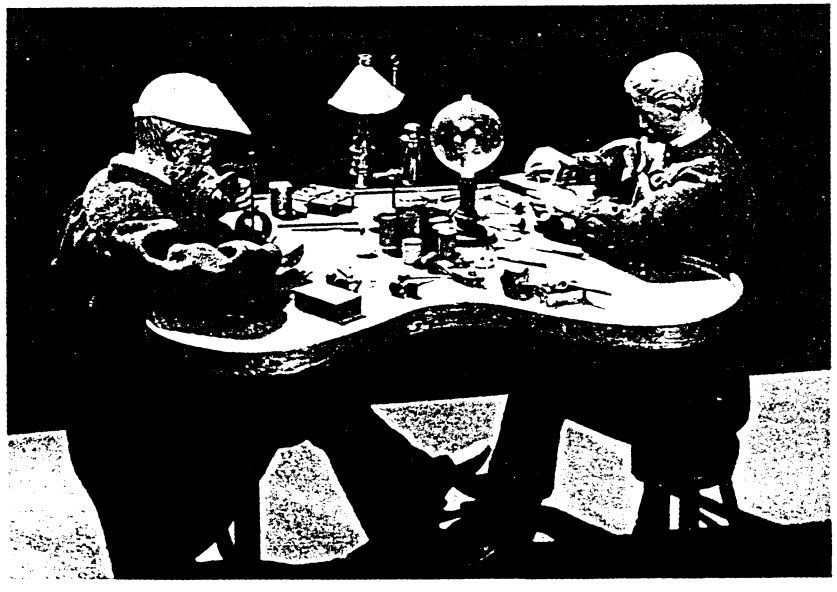
Die sog. Mittagskanone, eine französische Arbeit Anfang des 18. Jahrhunderts, stand einst in einem Park. Punkt 12 Uhr kündigte diese Kombination von Sonnenuhr, Linse und Miniaturkanone die Mittagszeit an, sofern die Sonne schien.

Waren bereits um 1600 frühe Taschenuhren mit einem Schlagwerk versehen, so treffen wir schon wenig später auch Taschenuhren mit Wecker an. Im Jahre 1686 begann die Geschichte der Viertelschlag-Repetitions-Taschenuhren. Die Eigenart dieser Uhren besteht darin, daß man zu jeder beliebigen Zeit durch Betätigen eines oder zweier Knöpfe die Zeit schlagen lassen konnte. Zwei Hämmer schlugen, vom Werk ausgelöst, auf zwei verschiedene Glocken – für den Stundenanschlag auf die große Glocke (tiefer Ton), für die Viertelstunde auf eine kleinere Glocke (hoher Ton). Später, um 1800, wurden diese Glocken durch Tonfedern ersetzt. Der Engländer Edward Barlow (1636–1716) konstruierte das Repetitions-Schlagwerk und wendete es seit 1676 in Pendeluhren, den Bracket-Clocks, an. Daniel Quare (1632–1724) verbesserte später dieses System.

Einen weiteren, wichtigen Abschnitt in der Entwicklung der Uhrma-



Eine Figurine im Uhrenmuseum La Chaux-de-Fonds (Schweiz) zeigt den Uhrmacher am Werktisch vor 100 Jahren.



Gehäusemacher und Graveur arbeiteten in Genf 1870 als sog. Cabinotiers an einem Werktisch. Die Glaskugel vor der Petroleumlampe konzentrierte das Licht auf den Arbeitsplatz. Die Figurinen sind im Uhrenmuseum in La Chaux-de-Fonds (Schweiz) zu sehen.

cherkunst leitete die Erfindung der »freien« Ankerhemmung für Federzuguhren um 1750 ein. Der englische Uhrmacher Thomas Mudge (1715–1794) war der Erfinder. Man kann die Funktion des neuen Ankerganges etwa so beschreiben: Ein schwingender Hebel, ursprünglich in Form eines Schiffsankers, überträgt die vom Räderwerk kommenden Antriebsimpulse auf eine unter Einfluß der Spiralfeder frei schwingende Unruh.

Die Erfindung der Schnecke ermöglichte einen gleichmäßigeren Gang zu Beginn und gegen Ende des Triebfeder-Ablaufes, wobei eine zunächst verwendete Darmsaite bald durch eine Stahlkette als Kraftübertragungsmittel ersetzt wurde. Eine weit größere Ganggenauigkeit wurde jedoch erzielt, als gegen das Jahr 1668 von dem Engländer Hooke, bekannt durch das Hooke'sche Federgesetz, und ganz unabhängig von diesem durch Christian Huygens die Spiralfeder in Uhren angewendet wurde. Um 1675 finden wir dann die ersten Kleinuhren mit Unruh und Spiralfeder.

Bei den Taschenuhren bekam das Gehäuse als Übergang zu den ovalen »lebendigen Eyerlein« zuerst eine achteckige Form. Bald fand man an den seltsamsten Formen Gefallen: Kreuze, Tulpen, Sterne oder Totenköpfe. Sie wurden immer reicher verziert, jedes neue Stück war eine künstlerische Schöpfung. Auch das Uhrwerk selbst wurde, wo sich nur eine Fläche bot, verziert, ausgeschnitten, graviert und sogar mit Email eingelegt. Die Uhrmacher des 17. und 18. Jahrhunderts waren sowohl Handwerker und Techniker als auch Künstler. Die Anbringung des Minutenzeigers gegen Ende des 17. Jahrhunderts stellte die Uhren auf eine höhere Stufe der Genauigkeit. Diese Genauigkeit konnte durch die Einführung des Pendels noch verbessert werden. Doch obwohl der Vorteil des Pendels gegenüber Waag bzw. Radunruh in Großuhren augenscheinlich war, dauerte es lange Zeit, bis sich das Pendel durchsetzte. Noch im 18. Jahrhundert wurden Schwarzwälder Uhren und Comtoiser Standuhren mit Waagbalken gebaut.

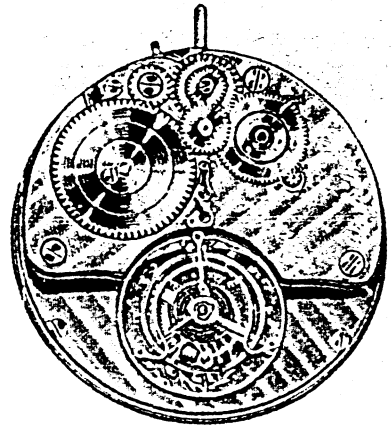
Um die Wende von 18. zum 19. Jahrhundert begegnen wir Taschenuhren mit Sekundenzeiger. Kein geringerer als Abraham Louis Breguet (1747–1823) brachte sie zum ersten Mal auf Taschenuhren an. Dieser geniale Uhrmacher erfand neben anderen, bedeutenden technischen Verbesserungen für Taschenuhren auch die noch heute übliche Stoßsicherung in Taschenuhren und das Tourbillon – die Drehganguhr.

Die Zeit Ludwigs XV. schuf in Frankreich großartig ausgestattete Taschenuhren mit wundervollen Dekors in farbenprächtigem Email, mit künstlerischen Gravur- und Ziselierarbeiten an den Werken und zahlreiche, mit Perlen und Edelsteinen besetzte Gehäuse. Für diese Periode vor der französischen Revolution sind besonders die steifen, langen Knöpfe an den Uhrgehäusen charakteristisch, die später zur Empirezeit ganz flach wurden. Jede Zeit bevorzugte ganz bestimmte Bügelknopfformen, die Rückschlüsse auf Alter und Herkunft einer Taschenuhr zulassen. In

ähnlicher Weise änderte sich die Zeigerform: hier ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Originalzeiger häufig zu einer späteren Zeit ersetzt wurden. Während des ganzen 18. Jahrhunderts dominierte die französische Hofkunst auch in der Uhrmacherei und dies machte sich durchaus im Stil der Zeit bemerkbar. Typisch sind die französischen Pendulen in gegossenen, feuervergoldeten Bronzegehäusen mit dem Stempel C-couronné als besonderes Gütezeichen. Englische Werke des ausgehenden 18. Jahrhunderts hatten vielfach besonders erlesene Kloben, von denen manche aus Friedberg bei Augsburg stammten, jedoch war in jener Zeit die Bedeutung der deutschen Uhrmacherkunst, auch in Augsburg und Nürnberg, bereits sehr zurückgegangen, wenn man einmal von den einfachen Bauernuhren absieht, die damals noch überall in Deutschland gefertigt wurden. Im deutschsprachigen Raum hatte Wien eine bedeutende Stellung erlangt. Schöne Wand- und Stutzuhren entstanden dort, und die österreichischen Holzschnitzer arbeiteten mit großem Erfolg die französischen Bronzependulen in Holz nach, wobei sie ihren Arbeiten durchaus eigene Gedanken mitgaben. Sowohl in Deutschland als auch in Frankreich bevorzugte die Uhrmacherkunst bestimmte Typen. In Frankreich dominierte die Cartelluhr, während sich in Deutschland die Telleruhr durchsetzte. Hieraus entwickelte sich die besonders in Österreich und im süddeutschen Raum vertretene Rokoko-Standuhr. Hier können wir ihre Abstammung von der Telleruhr ebenso gut zurückverfolgen, wie in Frankreich die Kaminuhr (die Pendule) als Kind der Cartelluhr anzusehen ist. Diese Uhren aus der Zeit zwischen dem 18. und dem 19. Jahrhundert werden heute im allgemeinen mehr geschätzt als die sogenannten »Biedermeieruhren« in ihren schlichten Holzgehäusen.

Als Gattung für sich sind die um 1750 entstandenen Sägeuhren anzusehen. Sie wurden nur während einer relativ kurzen Zeitspanne von etwa 50 Jahren gebaut und mußten den üblichen Gewichts- bzw. Federzuguhren wieder weichen. Sägeuhren werden durch Schwerkraft angetrieben, die auf das Eigengewicht der Uhr wirkt. Das Antriebsrad ist hier nicht mit einer Schnurrolle, sondern mit einem Zahnradtrieb (Ritzel) versehen. Dieses Zahnritzel läuft vertikal an einer ca. 60 cm langen Zahnstange herab und das Uhrwerk setzt sich somit selbst in Gang. Diese Sägeuhren gingen 24 Stunden und konnten durch einfaches Heraufschieben wieder aufgezogen werden.

Auch die Trageweise der Taschenuhren wechselte. Zur Zeit des Rokoko wird sie von den Herren am Châtelaine getragen, während die vornehmen Damen den Busen als Verwahrort bevorzugten. In den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts trugen auch die Herren ihre Uhren an einer langen Kette um den Hals, erst um 1830 kam es in Mode, sie an einer kleinen Kette zu befestigen und in die Mitte der bunten Weste einzustekken. Während der Biedermeierzeit war das Bestreben nach besonders flachgebauten Taschenuhren auffällig; in der Mitte des 19. Jahrhunderts findet man selbst Repetieruhren, die extrem flach sind.



Die moderne Drehganguhr, gefertigt von Hans Apel (Werkstatt Alfred Helwig der Glashütter Uhrmacherschule).

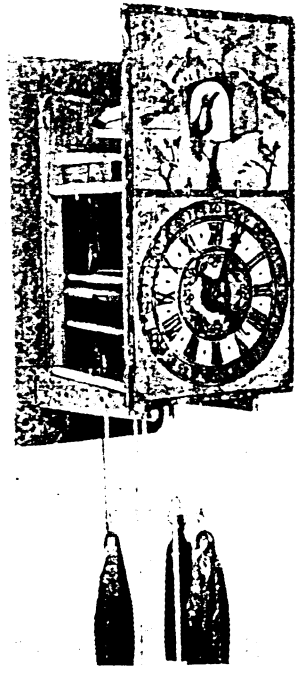
Um 1845 ersetzte der Bügelaufzug (der Remontoiraufzug) den Schlüssel bei Taschenuhren. Aufzug und Zeigereinstellung der Schlüsseluhren wurden als sehr unbequem empfunden und man ersann Verbesserungen, von denen sich das von Adrien Philippe (1815–1894) eingeführte System des Remontoiraufzugs durchsetzte. Philippe war Mitbegründer der weltberühmten Genfer Uhrenfabrik Patek, Philippe & Co., die dort um 1850 neben der Uhrenfabrik Vacheron & Constantin zu den leistungsfähigsten zählte.

1845 gründete Ferdinand Adolf Lange (1815–1875) die Glashütter Uhrenindustrie und wenig später Eduard Eppner und Gustav Becker die schlesische Uhrenindustrie, die beide Präzisionsuhren fertigten. Die frühen Glashütter Präzisions-Taschenuhren hatten noch den englischen Stiftankergang, seit 1855 verwendete Lange seine Glashütter Kolbenzahnankerhemmung. In Glashütte entstanden auch die ersten technisch komplizierten Taschenuhren Deutschlands. 1861 baute Lange die »Séconde-morte«-Taschenuhr, eine Kleinuhr mit springender Sekunde. 1863 wurden die ersten Glashütter Chronographen, das sind Präzisionsuhren mit Stoppeinrichtung in neuer Ausführung (Starten-Stoppen-Nullstellung) fabriziert. 1870 entstanden die Lange-Repetieruhren, um 1890 die »Grande Complication Sonnerie«, eine Savonetteuhr. Diese Uhr schlug Stunden und Viertel automatisch und wiederholte bei Betätigung eines seitlichen Drückers sämtliche Schläge. Später baute die Uhrenfabrik A. Lange & Söhne die ersten deutschen Tourbillons. Tourbillons sind Drehganguhren; bei ihnen dreht sich der Ankergang auf einem karussellartigen Gestell. Dadurch wurde die Ganggenauigkeit der Uhr weitgehend unabhängig von ihrer Lage. Hohe Anforderungen an den Gang einer Uhr wurden bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts in der Seefahrt gestellt. Mit Hilfe einer Uhr konnte die Position des Schiffes mehr oder weniger

genau festgestellt werden. Die freie Chronometerhemmung (Feder- oder Wippenhemmung) entsprach als freieste Uhrhemmung den Anforderungen am ehesten. Erfunden von Pierre Le Roy (1717–1785) um 1763, von den Uhrmachern Berthoud, Breguet, namentlich aber von den Engländern Earnshawe und Arnold um 1782 verbessert, ist sie bis zum heutigen Tag die geeignetste Hemmung für mechanische Schiffschronometer geblieben.

Merkwürdig in der Geschichte der Uhren war es nun, daß sich die einzelnen Länder auf die Herstellung ganz bestimmter Uhrenarten spezialisierten. So entwickelte sich in der Schweiz die Fabrikation der Taschenuhren, in Frankreich waren es runde Uhrwerke für die Pendulen, in England insbesondere die Bodenstanduhren (Grandfather Clocks) und in den Niederlanden die friesischen Wanduhren, die »Stooluhren« (Stoeltje Klokken), die in ganz Friesland in kleinen Hausindustrien gefertigt wurden.

In Deutschland und Böhmen gehen die Ursprünge dieser Hausindustrie auf das beginnende 17. Jahrhundert zurück. Uhren aus Holz, die später in der ganzen Welt unter dem Namen »Schwarzwälder Uhren« bekannt wurden, waren zunächst im badischen Schwarzwald von Bauern gefertigt worden. Hieraus entwickelte sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts die eigentliche Schwarzwälder Uhrenindustrie.



Die älteste Kuckucksuhr aus Furtwangen, wahrscheinlich im Jahr 1760 gebaut. Sie ist im dortigen Museum zu sehen. Als Erfinder gilt der Uhrmacher Anton Ketterer.

Die frühen Schwarzwälder Uhren hatten Stundenschlag, später Viertelschlag. Anfangs waren die Glocken aus Glas; viel später erst wurden Bronzeglocken verwendet. Bei den Zifferblättern überwogen zuerst die Lackschilder, dann kamen die Porzellan-Zifferblätter auf. Bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts bestanden die Werke zum größten Teil aus Holz. Im 19. Jahrhundert fand jedoch die amerikanische Uhrentechnik auch im Schwarzwald Eingang, und automatische Maschinen in der Teilefertigung ersetzten die Handarbeit. Nunmehr bestanden die Uhrwerke aus Messing und Stahl, und zum Zusammensetzen bedurfte es geschickter Hände. Bei komplizierten Schlagwerken mußten gute Fabrikuhrmacher eingesetzt werden; angelernte Kräfte waren hierzu nicht zu verwenden.

Die moderne Armbanduhr – sie kam um 1903 in der Schweiz auf den Markt – wurde erst durch den Ersten Weltkrieg bekannt. Man trug sie auf beiden Seiten der Front und lernte sie als zuverlässig kennen. Besonders praktisch war, daß die Zeit auch im Dunkeln am Leuchtzifferblatt abgelesen werden konnte.

Léon LeRoy, ein Nachkomme der berühmten Uhrmacherfamilie und ebenso der Wiener Löhr kamen auf die Idee, eine Taschenuhr mit Selbstaufzug – eine Automatikuhr also – zu bauen. Der Engländer John Harwood verbesserte 1924 dieses Selbstaufzugssystem und führte den Selbstaufzug in Armbanduhren ein. In der Uhrenfabrik A. Schild in Grenchen in der Schweiz wurden die ersten Automatikuhren der Welt fabrikmäßig hergestellt. Diese Automatikuhr stellte im Bereich der mechanischen Uhren hinsichtlich Konstruktion und Funktionsprinzip ein Spitzenprodukt dar, das im Laufe der letzten 50 Jahre immer wieder vervollkommnet wurde. Das Uhrwerk war mit einem Hilfsmechanismus, dem Rotor oder der Schwungmasse ausgerüstet, der die Zugfeder aufzog und ihren Antrieb konstant hielt, was eine bemerkenswerte Ganggenauigkeit ergab. Parallel zur Entwicklung der automatischen Armbanduhr liefen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Werkstoffe und der Fabrikationsverfahren, die die Voraussetzung dafür schufen, daß immer größere Produktionsserien erreicht werden konnten. Gleichzeitig erschienen in den dreißiger Jahren die sogenannten »komplizierten« oder »technischen« Uhren, wie Chronographen, Armbanduhren mit Läutwerk (Wekkerarmbanduhren), Taucheruhren, Blindenuhren, usw., die alle mit automatischen Aufzügen ausgerüstet wurden. Das »Styling« der Kleinuhr in den zwanziger Jahren entsprach dem Art Deco-Stil, während der Jugendstil bei Kleinuhren und Großuhren bereits seit Beginn des Ersten Weltkriegs der Vergangenheit angehört hatte. Armbanduhren wiesen zum Teil neue Stilelemente auf, hier standen die USA Pate; »Pop-Art« kündigte sich bereits an.

Der Zweite Weltkrieg brachte eine Weiterentwicklung der Präzisionsuhr. B-Uhren (Beobachtungsuhren) und kleine Marinechronometer aus dieser Zeit sind heute wertvolle Sammelobjekte.

In dem Bestreben, die Ganggenauigkeit weiter zu steigern, schlugen

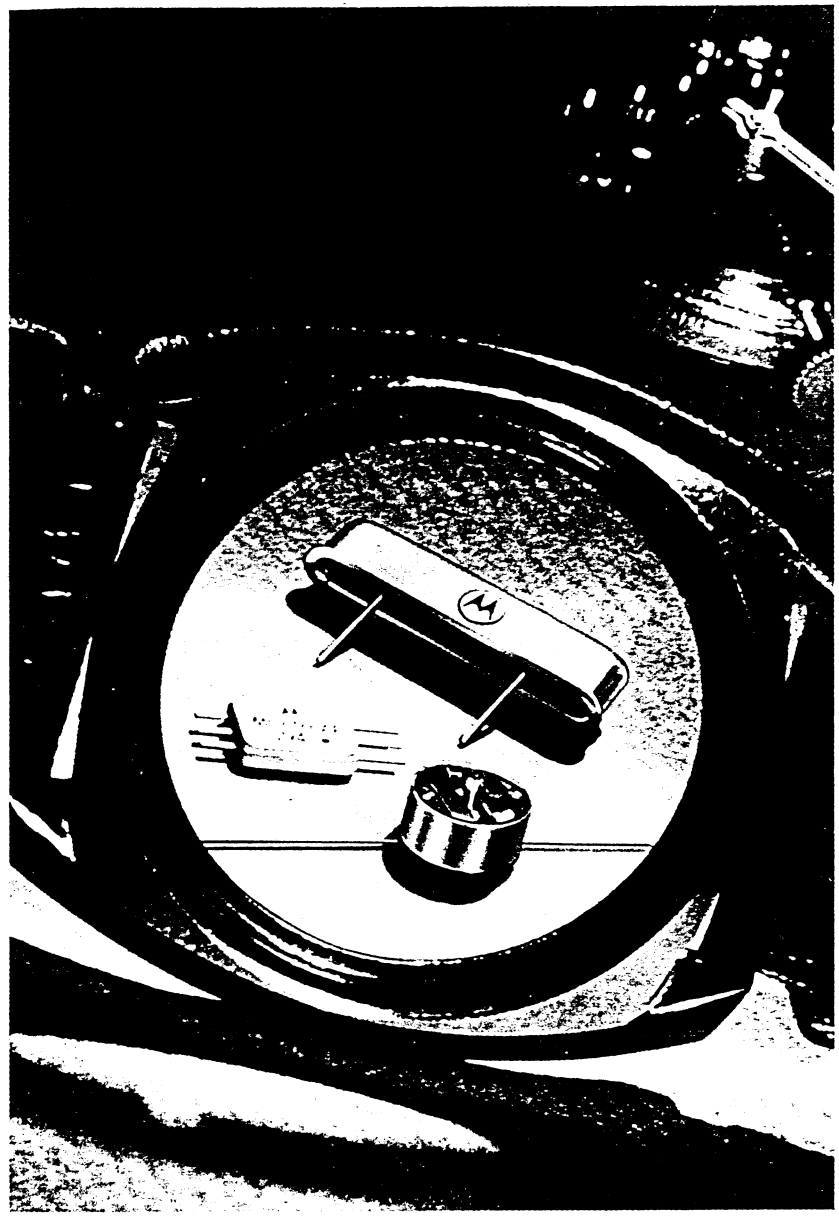
Forscher und Uhreningenieure in den fünfziger Jahren noch einen anderen Weg ein. Sie ersetzten die Zugfeder durch eine Batterie, die als direkte Energiequelle wirkt. Das Regulierorgan (Pendel oder Unruh-Spiralfeder) übernimmt zuletzt die Rolle eines Motors. Der Nachteil dieser elektrischen Kontaktuhren bestand zunächst in einem relativ hohen Energieverbrauch. Ende der fünfziger Jahre gelang es indessen, ihn durch Einbau transistorisierter Schaltkreise zu »dosieren«. Diese Weiterentwicklung des mechanischen Uhrwerks führte dann zu dem Produkt, das in der Geschichte der Uhrentechnologie als »Elektronikuhr der 1. Generation« bezeichnet wird.

Im Jahre 1954 brachten die Forschungsarbeiten des Schweizer Ingenieurs Hetzel die Uhrenindustrie einen entscheidenden Schritt weiter. Er ersetzte des Regulierorgan Unruh-Spiralfeder durch eine Stimmgabel, deren Frequenz 360 Schwingungen pro Sekunde beträgt. Dieses Schwingungssystem hat eine weitaus höhere Frequenz als das Regulierorgan Unruh-Spiralfeder mit seinen 2,5 Schwingungen pro Sekunde. Dank der hohen Stimmgabel-Frequenz, dem »Schallschwinger« konnte die Ganggenauigkeit der Kleinuhr beträchtlich gesteigert werden. Man spricht bei diesen Zeitmessern von »Elektronikuhren der 2. Generation.«

Auf die gefährliche Konkurrenz, die ihnen durch die elektronischen Armbanduhren der 1. und 2. Generation erwachsen war, reagierten einige Uhrenfabrikanten von mechanischen Armbanduhren mit der Entwicklung sogenannter »Hochfrequenzuhren«. Im Jahre 1966 gelang es, die Schwingungszahl der Unruh-Spiralfeder auf 28000 oder sogar 36000 Schwingungen in der Stunde zu steigern. Mit einem Automatikaufzug und verbesserter Stoßsicherung ausgerüstet, weisen diese mechanischen Kleinuhren eine erstaunliche Präzision und Funktionszuverlässigkeit auf.

Ein weiterer »Coup« gelang 1971 mit der Herstellung der ersten, ausschließlich aus Kunststoff bestehenden und »selbstschmierenden« Armbanduhrwerke. Kunststoffe fanden in vielen Uhrwerken für Zahn-, Hemm- und auch Antriebsräder bereits seit 1960 vielfache Anwendung. Da solche Bestandteile des Uhrwerks gegossen bzw. gespritzt werden, konnten die Herstellungskosten gesenkt werden. Diese Beispiele zeigen, daß auch heute die Entwicklungsmöglichkeiten der mechanischen Uhr noch längst nicht erschöpft sind!

Erste quarzgesteuerte Großuhren wurden in den dreißiger Jahren entwickelt. Vereinfacht erklärt, besteht das Prinzip darin, daß als regulierendes Normal – man spricht in diesem Fall von Zeit- bzw. Frequenznormal – ein elektrisch zum Schwingen gebrachter Quarzkristall verwendet wird. Dank der äußerst stabilen Schwingungen des Quarzkristalls können Ganggenauigkeiten in der Größenordnung von einigen Tausendstelsekunden pro Tag erzielt werden. Derartige Zeitmesser beanspruchten zuerst sehr viel Platz, vor allem wegen der für den Antrieb der Zeiger erforderlichen Elektronikausrüstung.



Mit diesem Jahrhundert geht die Räderuhr ihrem Ende entgegen. 500 Jahre wurde die Taschenuhr alt, die elektronische Kleinuhr ist im Jahr 2000 fünfzig Jahre im Gebrauch. Ihre Attribute sind Quarzschwinger, Schaltkreis und Schrittmotor für die Zeitanzeige.

Bis zur Konstruktion der ersten »Atomuhren« im Jahre 1947 waren die Quarzuhren die präzisesten Zeitmesser, die es jemals gegeben hatte.

Im Jahre 1970 gelang es endlich, das Volumen der Quarzuhr soweit zu reduzieren, daß wenige Kubikzentimeter Raum genügten, zum Beispiel für eine Armbanduhr.

Die Zahl der elektronischen Bauelemente einer Quarzarmbanduhr entspricht jener von fünf Transistorradios. Sie sind in einem Raum von ca. 30 Kubikmillimeter untergebracht, der die sog. »integrierte Schaltung« umschließt, die die Schwingungen des Quarzkristalls von 32768 auf 1 in der Sekunde herabsetzt, bevor sie auf den Mikromotor der Uhr übertragen werden. Diese Armbanduhren weisen noch als Uhren der »3. Generation« eine analoge Zeitanzeige auf, haben also Zifferblatt und Zeiger. Bei der elektronischen Armbanduhr der »4. Generation«, seit 1960 zuerst in den USA als »Solid-state«-Armbanduhr auf dem Markt, werden die Zeiger durch ein rein elektronisches Anzeigesystem (Display) ersetzt. Diese vollelektronische Armbanduhr weist keine bewegten mechanischen Teile mehr auf. Elektrolumineszente Dioden, die bei Stromdurchgang aufleuchten – oder Flüssigkristalle übernehmen die Zeitanzeige. Die »Digitaluhr« steht im Begriff, die »Analoguhr« abzulösen.

Um 1500 v. Chr. wird in altägyptischen Schriften die große Sonnenuhr von Theben (Luxor) erwähnt. Etwa um die gleiche Zeit konstruiert der Siegelbewahrer Amenemhet seinem König Amenophis I. von Ägypten (reg. 1527–1506 v. Chr.) eine Wasseruhr.

547 v. Chr. stellt Anaximander, Philosoph und Astronom aus Milet, in Sparta ein Gnomon auf.

25 v. Chr. entsteht das erste Uhren-Fachbuch. In ›De architectura‹, Band 9, beschreibt Vitruv ausführlich die damaligen Sonnen- und Wasseruhren.

507 n. Chr., läßt der Gelehrte Cassiodorus durch Boethius im Auftrag Theoderichs des Großen eine Sonnenuhr und eine Wasseruhr mit Schlagvorrichtung anfertigen. Die Stunden wurden durch die in ein Metallbecken fallenden Kugeln angezeigt.

807 Harun-al-Raschid (reg. 786–809) schickt von Bagdad eine kunstvolle Wasseruhr mit Stundenschlag und Automatenwerk an Karl den Großen (reg. 768–814) nach Aachen.

875 mißt Alfred der Große, angelsächsischer König (reg. 871–899), die Zeit durch Abbrennen von Kerzen. Mit ihm kam damit die Kerzenuhr auf, die noch im Mittelalter verwendet wurde.

1232 Der Sultan Saladin schenkt dem deutschen Kaiser eine arabische Wasseruhr, die die Tages- und Nachtstunden anzeigen konnte. Sie besaß auch ein Planetenwerk, das durch ein Gewicht angetrieben wurde.

Um 1300 sind in Europa die ersten Räderuhren zunächst an Türmen und Kirchen nachweisbar. Man weiß, daß die St. Pauls-Kathedrale in London 1288 eine Turmuhr besaß, daß der Gelehrte Giovanni de Dondi 1364 in Padua eine Uhr schuf, die neben der Zeitanzeige schon astronomische Indikationen besaß, also ziemlich kompliziert war (Nachbau im Londoner Science-Museum).

Um 1430 erste Federzuguhr, Standuhr Philipps des Guten von Burgund mit Zugfeder und Schnecke. Verfertiger unbekannt.

1511 erste tragbare Uhr (Halsuhr) von Peter Henlein (1479–1542). Dosenförmig (nicht eiförmig). Spindelhemmung mit Waag und Schweinsborste an Stelle der späteren Spiralfeder. Uhrwerk und Räder aus Eisen.

1550 wird das Federhaus in den Uhren eingeführt. Früher lief die Zugfeder zwischen den Gestellpfeilern ab. Die ersten Uhrgestelle aus Messingplatten werden gebaut und ersetzen bald das Gestell aus Schmiedeeisen. Neben trommelförmigen Tischuhren gibt es auch schon reich dekorierte Türmchenuhren, die vorwiegend aus Augsburg stammen.

1550–1650 entstehen Automatenuhren mit Figuren und Schlagwerken, meist Augsburger und Nürnberger Arbeit.

1550–1590 werden Tischuhren in Form kleiner Dosen hergestellt, die auch als Halsuhren an Bändern und Ketten getragen werden.

1560 sind die Tischuhren bereits ausgestaltet und meist mit Schlagwerken versehen.

1580 wird der Uhrwerk-Antrieb durch Einführung der Schnecke mit Darmsaite verbessert, die auf das Antriebsrad wirken. Etwa um diese Zeit wird die Waag von der Radunruh abgelöst. Jetzt entstehen auch die ersten Formuhren, die Monstranzuhren, Kruzifixuhren, Gehäuse in Buchform u. a.

1590 werden Halsuhren in ovaler Form (»Nürnberger Eyerlein«) gefertigt, etwas später auch Gehäuse in Kreuzform und die Totenkopfuhren. Bereits 1533 wird ein »französisches Uhrwerk« in ovaler Form bekannt: die berühmt gewordene Taschenuhr des Genfer Erzbischofs Pierre de la Baume, die er bei seiner Flucht vor den Calvinisten in Genf zurückließ.

1600 baut man die ersten Großuhren mit Glockenspiel und Orgelwerken, wenig später sind sie bereits in Patrizierhäusern zu finden.

Seit 1600 sind zunehmend die Goldschmiede an den Gehäusearbeiten beteiligt. Goldemail-Taschenuhren sind ab 1640 verbreitet.

1620 entwickeln sich die Kastenuhren (Dielenuhren) aus den Uhren auf Wandkonsolen.

1632 wird die Schmelzemail-Technik (Emailmalerei) bei Taschenuhrgehäusen erstmals angewendet. Jean Toutin (1578–1644) aus Châteaudun in Frankreich ist der Wegbereiter dieses neuen Uhrtyps. Neben Châteaudun werden Blois und später auch Genf berühmt für ihre schönen Taschenuhren mit Emaildekors.

1657 beginnt mit der Einführung des Uhrpendels durch den holländischen Physiker Christian Huygens die Epoche der genauen Zeitmessung. Leonardo da Vinci (um 1590) und Galileo Galilei (1641) hatten das System der Pendeluhr bereits skizziert und beschrieben.

1660 verwendet Robert Hooke an Stelle der Schweinsborsten eine gerade Stahlfeder in Kleinuhren mit Waag und Foliot.

1664 baut der Genfer Uhrmacher Gruet als erster einen Kleinuhr-Antrieb mit Schneckenkette anstelle der Darmsaite.

1665 begründet Daniel Jean Richard gen. Bressel die Schweizer Uhrmacherei im Jura.

1665 erfindet Christian Huygens die Spiralfeder und damit das Schwingsystem Unruh-Spiralfeder, das ab 1690 allgemein in Kleinuhren verwendet wird.

1667 etwa können die ersten Anfänge der Schwarzwälder Uhrmacherei festgestellt werden.

1670 Satteluhren, auch Wagenuhren, oft mit Schlagwerk und Wecker in Übergehäusen kommen auf. Sie wurden bis zum Ende des 18. Jahrh. hergestellt.

1674 wird die Stahlspiralfeder in Taschenuhren angewendet.

1676 Robert Hook erfindet die rückführende Ankerhemmung, die erstmals von William Clement 1680 angewendet wird.
1676 die ersten Taschenrepetieruhren kommen auf.
1680 werden Uhren mit Minutenzeigern und Stundenzeigern auf dem gleichen Zifferblatt entwickelt. Minutenangaben auf einem besonderen Zifferblatt finden sich jedoch schon früher, z. B. auf der Türmchenuhr des Veit Schaufel, einem Meisterstück aus München um 1554.
1680–1760 etwa werden die Karossenuhren, auch Wagenuhren genannt, auf Reisen viel verwendet. Diese »vergrößerten« tragbaren Uhren, oft mit Schlagwerk, Wecker und in Übergehäusen, werden in Frankreich, Schweiz, Süddeutschland und Österreich hergestellt.
1686 entsteht die erste Viertelschlag-Repetitionsuhr. Sie wird von dem Londoner Uhrmacher Daniel Quare für James II. von England gebaut.
1690–1800 entstehen englische und niederländische Standuhren zum Teil mit Tide- bzw. astronomischen Angaben auf dem Zifferblatt.
1691 wendet Reverend Edward Booth, genannt Barlow, die Repetition in Taschenuhren an; erst ab 1750 jedoch kommt die Repetition in Kleinuhren häufiger vor.
1695 konstruiert der Engländer Thomas Tompion (1638–1718) die Zylinderhemmung. Über 100 Jahre dauert es, bis sich diese Uhrhemmung allgemein in Taschenuhren durchgesetzt hat. Sein Schüler Graham verbessert die Hemmung um 1720.
Vor 1700 sind Jahresangaben in Antikuhren kaum anzutreffen. Aber auch hier gibt es Ausnahmen!
1700 Um diese Zeit baut man die ersten Taschenuhren mit Uhrgläsern. Früher waren Bergkristall-Gehäuse und geschliffene Bergkristall-Dekkel üblich.
1704 wendet der aus Basel stammende Uhrmacher Nicholas Fatio in London erstmalig Lagersteine (jewels) in Taschenuhren an.
1705 Die ersten Emailzifferblätter kommen in England zur Anwendung. Die auf älteren Uhren befindlichen sind oft nachträglich aufgesetzt worden, um die bessere Ablesbarkeit der Zeit zu gewährleisten.
1710–1760 folgen die deutschen Bodenstanduhren, meist mit Datum- und Mondangabe und oft mit Viertelschlagwerk.
1710 entstehen die ersten getriebenen Taschenuhr-Übergehäuse aus Gold, Silber und Bronze in England. Diese, meist mit mythologischen Szenen geschmückten Übergehäuse finden sich in steigender Zahl bis etwa 1770.
1715 erfindet George Graham (1673–1751) in London die ruhende Hemmung für Pendeluhren. Der Grahamgang verbessert die Ganggenauigkeit der Pendeluhr erheblich.
1720–1760 Die ersten französischen Pendulen »en cartel« (auf Konsolen) kommen auf. Diese Carteluhren werden bis Ende des 18. Jahrh. in Frankreich gebaut. Daneben entstehen auch die Boulle-Uhren, Pendulen in Boulle-Technik.

1721 werden Bodenstanduhren mit Quecksilber-Kompensationspendel von George Graham in London gebaut.
1724 erfindet der Pariser Uhrmacher Dutertre den Duplexgang und wendet diese Hemmung in seinen genau gehenden Taschenuhren an. Dr. Robert Hooke hatte eine ähnliche Hemmung schon 50 Jahre vorher genau beschrieben.
1730 stellt Anton Ketterer in Schönwald (Schwarzwald) die erste Kukkucksuhr her. Mit ihm fertigten Johann Duffner und Franz Ketterer solche Uhren. Aus ihren Werkstätten gehen weitere Uhrmacher hervor, die Kuckucksuhren in Furtwangen, Neukirch, Gütenbach, Nußbach, Schonach und in anderen Orten bauen.
1730 Frankreich entwickelt sich zu einem bedeutenden Uhrenland. Seine Uhrmacherkunst erlangt bald Weltgeltung und überrundet 50 Jahre später sogar die der Engländer.
1730–1770 wird die Taschenuhr mit Châtelaine meist frei am Gürtel getragen, das Zifferblatt dem Körper zugewandt.
1735–1775 erfreuen sich Telleruhren, meist in Augsburg, Wien und in anderen süddeutschen Städten hergestellt, großer Beliebtheit.
1748 verbessert der Pariser Uhrmacher Pierre Le Roy (1717–1765) den Duplexgang, der ab 1840 in englischen Taschenuhren viel angewendet wird.
1750 konstruiert der Londoner Uhrmacher Thomas Mudge (1715–1794), ein Schüler Grahams, den freien Ankergang für Taschenuhren. Durch die Anbringung des Zugwinkels am Anker vollendet der Schweizer George Auguste Leschot (1800–1884) im Jahre 1825 die Ankerhemmung und macht sie so für die Taschenuhr brauchbar.
1760 werden Taschenuhren mit Quatre-Couleurs-Gehäusen (vierfarbige Goldauflage) zu einem modischen und begehrten Artikel.
1761 baut John Harrison (1693–1776), ein englischer Zimmermann, ein Seechronometer, das in 161 Tagen nur um 5 Sekunden abweicht. Er gewinnt damit einen von der englischen Admiralität ausgesetzten Preis in Höhe von 20000 Pfund Sterling. Die heute noch gebräuchlichen Marine-Chronometer entstehen aber erst nach 1780, als John Arnold eine Chronometerhemmung mit Hebflächen am Gangrad erfand.
1772 fertigt der Engländer John Arnold (1744–1799) die erste Kompensationsunruh, die er sich erst 10 Jahre später patentieren läßt. Arnold verwendet auch als erster Uhrmacher zylindrische Spiralfedern mit nach innen gebogenen Endkurven in seinen Chronometern.
1780 kommen in Frankreich die ersten Taschenuhren mit Tonfedern als Schlaguhren (Repetitionsuhren) auf den Markt.
1790 baut der englische Chronometermacher Thomas Earnshaw (1749–1814) die erste, heute noch angewendete Chronometer-Federhemmung in seine Schiffschronometer ein.
1800 erscheinen die ersten Taschenuhren mit Sekundenzeiger. Um diese

Zeit sind die Taschenuhren mit perlenbesetzten Gehäusen die große Mode in Paris und Genf.

1800 erfindet Abraham Louis Breguet (1747–1823), der Welt genialster Uhrmacher, neben vielem anderen die aufgebogene Spiralfeder (das Breguet-Knie) für seine Präzisions-Uhren. Er wendet auch als erster die Stoßsicherungen in seinen Taschenuhren an, und am 9. 11. 1800 erhält er ein Patent auf die Tourbillons (Drehganguhren).

1800 Taschenuhren mit beweglichen Figuren auf dem Zifferblatt entstehen erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Zwischen 1800 und 1840 werden auch Uhren mit erotischen Szenen unter Geheimdeckeln gefertigt.

1807 baut Urban Jürgensen (1776–1830) in Kopenhagen sein erstes Taschenchronometer. Es besitzt eine Wippenhemmung.

1812 erfindet der Veroneser Physiker Zamboni das erste Trockenelement – die Batterie – die Zamboni'schen Säulen.

1815 verursacht der Münchner Professor Ramis mit seiner elektrisch angetriebenen Uhr ziemliches Aufsehen. Ramis verwendet Zamboni-Säulen.

1815–1821 arbeitet der Schweizer Uhrmacher Abraham-Louis Perrelet (1729–1826) in den Pariser Werkstätten des A. L. Breguet an Taschenuhren mit Selbstaufzug und gilt seit 1770 als der eigentliche Erfinder der Automatikuhr.

1820 findet Oersted in Kopenhagen die Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom.

1822 erfindet der Pariser Uhrmacher Rieussec den Chronographen (die Stoppuhr).

1825 baut der Engländer Sturgeon die ersten Elektromagneten.

1826 stellt der Erlanger Professor Georg Simon Ohm sein fundamentales »Ohm'sches Gesetz« auf.

1839 Carl August Steinheil erfindet in München ein System elektrischer Haupt- und Nebenuhren (Bayr. Patent vom 2. 10. 1839).

1840 erfolgt die Inbetriebnahme der ersten Uhrenanlage mit Haupt- und Nebenuhren in einem Münchner Erziehungsinstitut.

1840 Wheatstone hat unabhängig von Steinheil seinen (und Cooke's) Zeigertelegraphen zur Mitteilung der Zeit benutzt, wie es geheißen hat.

1840 Der Engländer Bain konstruiert ein brauchbares elektrisches Zeigerwerk. Daneben baut Bain die erste Uhr, deren Triebkraft nicht ein Gewicht oder eine Feder, sondern der Elektromagnet war.

1842 entwickelt Adrian Philippe (1815–1894) in Paris den Bügelaufzug (Remontoiraufzug) und wendet diese Erfindung als Teilhaber der Genfer Firma Patek, Philippe & Co. bei den Remontoir-Taschenuhren an.

1845 gründet Ferdinand Adolf Lange (1815–1875) die Glashütter Taschenuhren-Industrie. Er fertigt seine Präzisionstaschenuhren zuerst mit einer Stiftankerhemmung, ab 1850 folgt der bekannte Glashütter Kolbenzahnankergang mit strahlendem Goldanker und Goldankerrad.

1850 beginnen Howard, Davis & Dennison in Roxbury (USA) mit der ersten maschinellen Fertigung von Taschenuhren mit auswechselbaren Teilen. Aus dieser Fabrikation entsteht später die bekannte amerikanische Uhrenfabrik Waltham Watch Co. (1857–1957).

1850 gründet Gustav Eduard Becker (1819–1885) in Freiburg in Schlesien einen »Fabriksbetrieb für Uhrenerzeugung«, aus dem später die weltbekannte Uhrenfabrik Gustav Becker hervorgeht, die feine Pendeluhren, Regulatoren, Wanduhren und zuletzt auch einfache Taschenuhren mit Stiftankerhemmung fertigte.

1852 errichtet der Uhrmacher Eduard Eppner (1812–1887) in Lähn eine Fabrik für Präzisionstaschenuhren, die er 1867 unter Erweiterung des Fabrikbetriebes nach Silberberg in Schlesien verlegt. Seine Präzisionstaschenuhren mit der Marke »Deutsche Uhrenfabrikation Silberberg« erreichen fast die Qualität Glashütter Taschenuhren.

1852 baut der Mechaniker Halske nach Angaben von Werner Siemens eine Nebenuhr mit einem neutralen Magnetsystem, das bei minütlicher Erregung durch eine Klinke am Elektromagnetanker auf ein Klinkenrad und Zeigerwerk einwirkte (Schrittschaltwerk).

1857 erfindet der Franzose Jules Lissajou den ersten Stimmgabel-Resonator, den er mit einem Elektromagneten erregte.

1858 kommen die ersten von dem Schweizer Uhrmacher P. F. Ingold erfundenen Fräsen, – die Ingold-Fräsen –, zur Anwendung. Damit werden bei den Kleinuhren die Räderwerks-Eingriffe verbessert und damit die tägliche Gangabweichung verringert.

1860 entwickelt Edouard Philipps (1821–1890), Ingenieur in Paris, die Theorie der Spiralfederendkurven und damit die Präzisionsreglage.

1860 erfindet der Uhrmacher Matthias Hipp aus Blaubeuren (1813–1893) in Zürich die Pendeluhr mit direktem, elektrischem Antrieb (das elektrische Pendel).

1861 gründen die beiden Brüder Erhard und Xaver Junghans die Uhrenfabrik »Gebrüder Junghans« in Schramberg, die am 1. 4. 1900 mit der Firma Thomas Haller fusioniert und zu einer Aktiengesellschaft umgewandelt wird. Alle Arten von Großuhren, Taschenuhren und Armbanduhren wurden hier gefertigt. Die älteren Stücke sind heute schon gesuchte Sammelobjekte.

1865–1867 richtet der deutsche Uhrmacher Georg Friedrich Roskopf seine Taschenuhrenfabrikation in der Schweiz ein. Seine billige Uhr »Montre prolétaire« erobert den Markt.

1865 Aufkommen der ersten Leclanché-Batterien (Kohle-Zink-Elemente), die zunehmend für elektrische Uhren Verwendung finden.

1880 wird der Magnetaufzug der Zugfeder patentiert (DRP 12649).

1880 Entdeckung der Piezoelektrizität bei Kristallen durch die Gebrüder Curie in Paris.

1880 werden die letzten Spindeltaschenuhren (Country-Watches) in England gebaut.

1881 Allgemeine Verwendung von polarisierten Systemen in Nebenuhren mit Wechselstrombetrieb, nachdem E. Stöhrer bereits 1849 polarisierte Systeme in seinen Nebenuhren angewandt hatte.
1890 Mit der Verwendung von polarisierten Systemen in Nebenuhren werden Hauptuhren für Stromimpulse wechselnder Richtung benötigt. Neben einem Gehwerk für den Antrieb der Zeitanzeige war ein Kontaktlaufwerk für den Betrieb der Nebenuhren vorgesehen.
1891 Dr. Siegmund Riefler in München verbessert die Präzisionspendeluhr mit der Erfindung der Riefler-Hemmung.
1897 Erfindung des Nickelstahls (Invar) von Professor Ch. Guillaume.
1898 führt Riefler bei seinen Pendeluhren die Invar-Pendel ein.
1898 baut die Firma Siemens & Halske für die Reichsbahn eine Einrichtung zum Aussenden eines amtlichen Zeitzeichens über die Telegraphenleitungen.
1900 Die Uhrenfabrik Courvoisier in La Chaux-de-Fonds fabriziert Karusseluhren (Taschenuhren mit Drehgestell für Umlauf von einer Stunde) nach dem Patent von Bonniksen.
1900 Aufkommen von elektrischen Einzeluhren mit elektromagnetischem Antrieb eines Halbsekunden-Pendels.
1905 die ersten Signalschaltwerke für Schulen und Fabriken kommen in den elektrischen Uhrenanlagen mehr und mehr zur Anwendung.
1905 Einführung von elektrischen Nebenuhren in mechanische Turmuhrwerke zur zentralen Steuerung der Turmuhr von einer Hauptuhr aus.
1905 werden zunehmend Herrenarmbanduhren in der Schweiz fabriziert. Damenarmbanduhren kommen erst gegen 1910 auf den Markt.
1912 Fertigung von Gebrauchstaschenuhren bei Junghans in Schramberg.
1914 Siemens & Halske in Berlin baut die ersten Turmuhrwerke ohne Antriebsgewichte und Seiltrommel. Ein vom Netz betriebener Elektromotor dreht über Zahnrad- und Schneckenantrieb die Zeiger direkt. Seit 1903 sind jedoch schon Elektromotoren zum Aufzug von mechanischen Uhren bekannt.
1914 Synchronisierung von Uhrpendeln durch Stromimpulse von einer übergeordneten elektrischen Hauptuhr. Bereits 1880 schlug Professor von Hefner-Alteneck eine derartige Gleichstellvorrichtung in der ETZ (Elektrotechnische Zeitschrift) vor.
1916 Schweizer »Front-Armbanduhren« mit Fenstergitter werden im Ersten Weltkrieg auf beiden Seiten der Front getragen. Das Leuchtzifferblatt wird allgemein beliebt.
1918 Der Physiker Langevin verwendet für seine Ultraschallversuche als erster Schwingquarze.
1919 stellt H. M. Dadourian die erste Gebrauchsuhr mit Stimmgabel-Zeitregler vor.
1920 führt Charles Edouard Guillaume (1861–1938) die Elinvarspiralfeder ein und verbessert damit den Isochronismus der Unruh-Spirale.

1923 Die Warren Telechron Cie. in den USA führten die Synchronuhr ein; als erste deutsche Firma nimmt die AEG die Fertigung von Synchronuhren 1927 auf.
1924 wird erstmals ein automatisches Aufzugsystem in Armbanduhren verwendet. Die Schweizer Uhrenfabrik A. Schild in Grenchen fertigt die ersten Automatik-Armbanduhren nach dem Patent des englischen Uhrmachers John Haarwood.
1924 Erfindung der Kontaktpendeluhr mit Magnetantrieb durch die Uhrenfabrik Hatot in Paris, 1930 fertigt Junghans die ATO-Pendeluhr.
1925 erscheinen die sogenannten »Gadget-Uhren«, Kugeluhren, deren Gehäuse aus farbigem Metall bestehen.
1927 Warren A. Marrison baut die erste Quarzuhr (»Cristal Clock«) in den Bell Telephone Laboratories in New York. Er benutzt einen großen Quarzschwinger, der 4000 Schwingungen in der Sekunde ausführt; die Anlage umfaßt ein großes Zimmer.
1932 veröffentlichen U. Adelsberger und A. Scheibe die erste Mitteilung über die von ihnen in der PTR (Physikalisch-Technischen Reichsanstalt) in Braunschweig entwickelten und konstruierten Quarzuhren als Zeitstandards.
1932 Richard Straumann aus Waldenburg (Schweiz) entwickelt mit der Vakuum-Schmelze Heraeus (Hanau) die ersten selbstkompensierenden Nivarox-Spiralfedern.
1934 wurde die Rolex Oyster Perpetual mit ihrem »Rotor« patentiert, der Uhrmacher Hans Wilsdorf, Genf, führt den Rotor an Stelle des bisher gebräuchlichen Schwungpendels in Automatik-Armbanduhren ein. 1926 konnte sich Wilsdorf für die erste wasserdichte Armbanduhr ein Patent geben lassen.
1935 werden die ersten unzerbrechlichen Uhrfedern (Nivaflex-Federn) in Kleinuhren angewendet.
1938 werden die Beobachtungs-Uhren (B-Uhren), eine Art größerer Taschenuhren für astronomische Navigation in Flugzeugen und kleineren Schiffen für die Kriegsmarinen und Luftflotten der Weltmächte gebaut. Diese Präzisionsuhren sind heute gesuchte Sammelstücke.
1938 Beginn der Halbleitertechnik durch die Erfindung einer Halbleiter-Diode durch W. Schottky, nachdem F. Braun bereits um 1880 Gleichrichtereigenschaften bei Kontakten zwischen einem beliebigen Metall und Halbleiter festgestellt hat.
1939 kommen die ersten wassergeschützten Armbanduhren, sog. »Taucheruhren« auf den Markt.
1946–1948 Entwicklung des Transistors durch J. Bardain und W. H. Briton in den USA und damit Einstieg in die Halbleitertechnik. Aus diesem elektronischen Bauelement entwickelt sich die Halbleitertechnik und Mikroelektronik, die die heutige Elektrouhrentechnik beherrschen.
1954 baut der Schweizer Ingenieur Max Hetzel der Bulova Watch Com-

pany in Biel mit seinem Mitarbeiter Niklaus die erste el. Kleinuhr mit Stimmgabelschwinger.

1954 werden von dem französischen Ingenieur Marius Lavet die ersten fabrikationsreifen Pendeluhren vorgestellt, die Transistoren verwenden. Die Kontaktsteuerung wird durch Transistoren ersetzt.

1959 kommen die ersten Muster von Unruh-Armbanduhren auf, die mittels Transistor betrieben werden.

1964 konnten Armbanduhren mit Mikrostimmgabeln serienmäßig hergestellt werden.

1965 folgt die Quarzgroßuhr und 4 Jahre später stellt die Firma Junghans die erste in der Bundesrepublik bekannt gewordene batteriebetriebene Quarzuhr, das Modell »Astro-Chron« vor.

1970 Die ersten Quarzarmbanduhren drängen auf den Uhrenmarkt. Die Mikroelektronik in Uhren tritt ihren Siegeszug an. 30 Jahre hat es gedauert, bis die röhrengesteuerte Quarzuhr mit ihrem Raumbedarf von ca. 15 Kubikmetern zu einer Gebrauchsuhr wurde, die weniger als 3 Kubikzentimeter braucht.

1978 die flachste Quarzarmbanduhr von nur 1,98 mm Dicke ändert das Design der Kleinuhr.

1980 Die elektronische Armbanduhr, die Quarzuhr, entwickelt sich zu einem elektronischen Armbandinstrument mit Datenspeicher (Mikrocomputer) und Sensoren zur Überwachung (z.B. der Körperfunktionen wie Blutdruck, Pulsschlag, Temperatur).

Literaturverzeichnis

Grundlegende Werke

Jürgen Abeler: 5000 Jahre Zeitmessung (128 Seiten, 216 Abb.). Wupptertal ²1978.

Jürgen Abeler: Ullstein Uhrenbuch. Eine Kulturgeschichte der Zeitmessung (324 Seiten mit 185 teils farbigen Abb.). Berlin/Frankfurt 1975.

E. v. Bassermann-Jordan/Hans Bertele: Uhren – Ein Handbuch für Sammler und Liebhaber (520 Seiten, 400 Abb., teils farbig). Braunschweig ⁷1978.

Hans von Bertele: Marine- und Taschenchronometer. Geschichte, Entwicklung, Ausstrahlung (260 Seiten, 500 Abb. und 80 Strichzeichnungen). München 1980.

Klaus Erbrich: Präzisionspendeluhren – Von Graham bis Riefler (252 Seiten, 487 Abb. und 50 Strichzeichnungen). München 1979.

S. Guye, H. Michel: Uhren und Meßinstrumente des 15. bis 19. Jahrhunderts. Office du Livre, Fribourg (Suisse) 1974.

Johann Hügin: Das Astrolabium und die Uhr (168 Seiten, 112 Abb.). Ulm 1978.

Anton Lübke: Das große Uhrenbuch – von der Sonnenuhr zur Atomuhr (432 Seiten und 629 Abb.). Tübingen 1978.

Klaus Maurice: Von Uhren und Automaten – Das Messen der Zeit (96 Seiten mit über 70 Abb. und 4 Farbtafl.). München 1968.

Klaus Maurice: Die Deutsche Räderuhr – Zur Kunst und Technik des mechanischen Zeitmessers im deutschen Sprachraum (2 Bände, rund 900 Seiten, 1443 Abb.). München 1976.

Reinhard Meis: Die alte Uhr. Geschichte, Technik, Stil. Bd. 1. Bibl. f. Kunst- und Antiquitäten-Freunde (355 Seiten, 474 Abb. und 16 Farbtafeln). Braunschweig 1976.

Reinhard Meis: Taschenuhren – Von der Halsuhr zum Tourbillon (300 Seiten mit über 1146 Abb.). München 1979.

R. Mühe, H. Kahlert: Die Geschichte der Uhr. Aus den Beständen des Deutschen Uhrenmuseums Furtwangen (160 S., 106 Abb.). Furtwangen 1979.

Richard Mühe, Horand M. Vogel: Alte Uhren – Ein Handbuch europäischer Tischuhren, Wanduhren und Bodenstanduhren (300 Seiten mit über 600 Abb.). München 1976.

Georg Schindler: UHREN. Antiquitäten – Heyne – Taschenbuch. München 1975.

Lukas Stolberg: »Ich trage, wo ich gehe, stets eine Uhr bei mir«. Die Taschenuhr im Wandel der Zeit. Carinthia Verlag Klagenfurt 1980.

Reparatur und Restaurierung der Antikuhr

Adolf Donath: Die Technik des Kunstsammelns. Berlin 1925.

Gustav Frischholz: Das Sammeln von alten Uhren. Zwei Aufsätze im Deutschen Uhrmacherkalender 1937/1938.

H. Jendritzki, I. P. Matthey: Reparatur antiker Pendulen (172 Seiten mit 226 Abb.). Lausanne ²1978.

Wolfgang Lympius: Gedanken zur Restaurierung antiker Uhren. In: SCHRIFTEN DER »FREUNDE ALTER UHREN« Heft XV (1976) S. 87–96. Ulm 1976.

Albert Neuburger: Echt oder Fälschung. Die Beurteilung, Prüfung und Behandlung von Altertümern und Kunstgegenständen. Leipzig 1924.

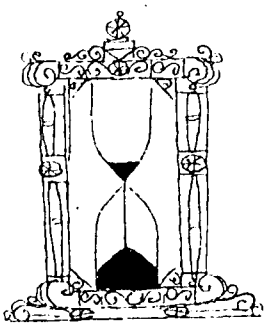
Eric Smith: Reparieren alter Uhren. Eine Anleitung für Restauratoren, Sammler und Liebhaber (230 Seiten mit 72 Abb.). München 1976.

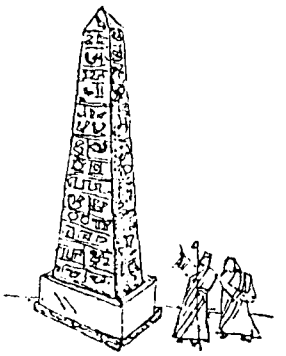
Nachschlagewerke

Bruckmann's Uhren Lexikon, Manfred Ballweg unter Mitarbeit von G. O. Weiland. München ²1980.

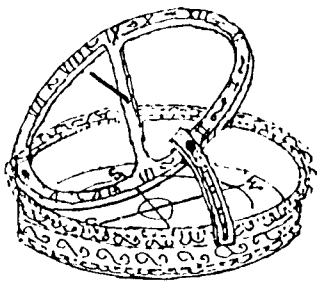
S. Fleet, A. Lübke: Uhren. Erlesene Liebhabereien. Stuttgart o. J.

Von den Gnomonen zur automatischen Uhr



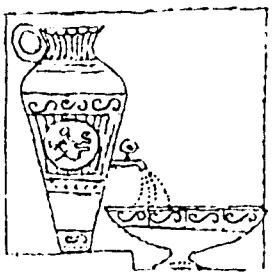


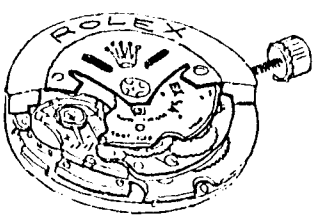
Zeit und Raum sind zwei Be
den Menschen aller grossen Kulturen zum Nachdenken zwangen. Diese Menschen strebten darnach, die Zeit zu ermessen und den Raum zu erforschen.

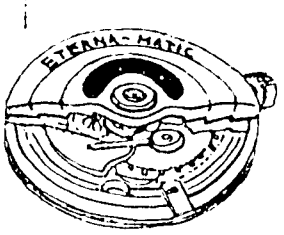


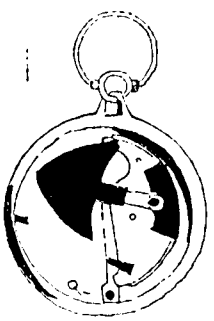
Wohl gab uns die Natur deutliche Zeichen und Anhaltspunkte für die Bestimmung und Einteilung der Zeit, besonders für die kurzfristige Zeit: so Tag und Nacht, die Gezeiten (Ebbe und Flut), die Jahreszeiten, den periodisch wiederkehrenden Vollmond usf. Aber um einen Kalender festlegen zu können, musste der Lauf der Gestirne beobachtet und ergründet werden.

Nicht umsonst wurden vor vielen tausend Jahren in Chaldäa, im heutigen Mesopotamien, welches als die älteste Geburtsstätte unserer abendländischen Kultur angesehen wird, von den Sumerern und später von den Babyloniern mächtige, turmartige Gebäude errichtet, Zikkurate genannt, auf deren Zinnen die Astronomen die Konstellationen und den Gang der Sterne beobachten konnten. Aus diesen Feststellungen heraus entstand nach und nach der heutige Kalender, der durch die grossen Wissenschafter von Alexandrien so genau festgelegt wurde, dass er unter wenigen Abänderungen von Julius Cäsar übernommen wurde und als Julianischer Kalender in die abendländische Kultur einging. Dies bildete den Übergang von der «Zeitlosigkeit» zur gemessenen Zeit. Einmal lebte der Mensch geruhsam und gemächlich, ohne die Zeit zu messen, ohne Hast und ohne Nervosität. Es muss eine gemütliche Zeit gewesen sein damals, als jeder Mensch sein eigener Zeitmesser war, da jedermann an seinem eigenen Schatten die ungefähre Zeit ermessen konnte. Das war die billigste Uhr, die je existierte. Es war jene Epoche, da man die Gnomone









zur Zeitmessung verwandte. Gnomone sind nichts anderes als Pfähle, die in die Erde gerammt wurden und aus deren Schatten man die Zeit ersehen konnte. Die alten Ägypter setzten oft anstelle dieser Pfähle kostspielige Obelisken. Die Sonnenuhr, die heute noch Häuser und Kirchen ziert, entstand. Die Sanduhr wird vermutlich auch zu jener Zeit erfunden worden sein.

Wir glauben, dass die Wasseruhr zuallererst in Chaldäa praktisch verwendet wurde und dass sie durch das phönizische Handelsvolk, ungefähr zur gleichen Zeit wie das Rad und das Pferd, nach Ägypten gebracht wurde. Die Wasseruhr wird in den ägyptischen Annalen zum erstenmal unter der 18. Dynastie, ums Jahr 1400 vor unserer Zeitrechnung, erwähnt. Von Ägypten kam die Wasseruhr über Kreta nach Griechenland, wo sie Klepsydra genannt wurde, was soviel heisst wie Wasserhehler. Die ursprüngliche Wasseruhr bestand aus einem mit Wasser gefüllten Gefäss. Das Wasser sickerte tropfenweise durch eine kleine Öffnung, und die jeweilige Höhe des kleinen Wasserspiegels gab die Zeit mittels eines Schwimmers und einer Skala an. Poeten und Geschichtsschreiber, die zur Zeit des Homer und des Sokrates lebten, erwähnen oftmals die Klepsydra. Auch erzählen sie uns, dass man damals, um der Schwatzhaftigkeit der Laienrichter, die unsern heutigen Advokaten entsprechen, zu steuern, die Gerichts-Klepsydra einführte, welche die Redezeit dieser Volksrichter beschränkte. Auch im alten Rom wurde den Senatoren, sobald sie anfingen zu sprechen, eine Wasseruhr zur Seite gestellt.

Um 150 nach Christi Geburt erfand man in Alexandrien (man sagt durch Ptolomäus Claudius) einen Zeitmesser, der mittels eines Räderwerkes in Gang gesetzt wurde. Obwohl diese mechanische Uhr mit Räderwerk und Gewicht, bis in die Renaissancezeit hinein, besonders in Italien viele Verbesserungen erfuhr, wurde die Wasseruhr immer noch in unzähligen Arten und Modellen verwendet. Durch das Pendelgesetz des Galileo Galilei wurden die Voraussetzungen für die Sekunde geschaffen. Er sowohl wie Kopernikus verfochten die These der Erddrehung um die Sonne.

Von jeher hat man versucht, das Perpetuum mobile zu erfinden. Dieses utopische Ziel wird man nie erreichen können, und doch ist man in der Uhrmacherkunst dem Perpetuum mobile sehr nahe auf den Leib gerückt.

Ich spreche von der Tischuhr, die durch Lichtstrahlen fortwährend aufgezogen wird. Ich möchte ferner die «Atmos»-Pendule erwähnen, welche durch die Temperaturschwankungen in Gang gehalten wird. Jüngst wurde eine Pendule geschaffen mit elektromagnetischem Werk, das dank einer sinnreichen Erfindung – Transitor genannt – sich von selbst aufzieht und auch von selbst reguliert.

Der Beginn des 16. Jahrhunderts brachte uns die Taschenuhr, und zwar in Deutschland und in Frankreich fast zugleich. Diese Uhr, welche auf dem Körper getragen werden konnte, weckte in pfiffigen Köpfen die Idee, dass durch die Bewegung des menschlichen Körpers das Uhrwerk mittels eines Selbstaufzuges in Gang gehalten werden könne.

Im Jahre 1770 wurde von Abraham Louis Perrelet in Le Locle die erste automatische Uhr erfunden. Die durch das Marschieren des Besitzers dieser Uhr entstandenen Stösse brachten ein Gewicht zum Auf- und Abschwingen, das die Uhr aufzog.

Einer der berühmtesten Schweizer Uhrmacher, Abraham Louis Breguet, vervollkommnete die automatische Uhr zehn Jahre später in grossem Masse. Er konstruierte eine Taschenuhr mit Schlagwerk, ewigem Kalender, Zeitausgleich und anderen Schikanen, die mit einer schwingenden Gewichtsmasse versehen war, welche den Selbstaufzug besorgte.

Ein anderer Schweizer Uhrmacher, Recordon, liess als allererster eine automatische Uhr patentieren, und zwar in England.

Wenn Sie mich fragen, warum sich diese automatischen Schweizer Uhren nicht allgemein durchgesetzt haben, so kann ich Ihnen erwidern, dass sie für die damaligen Zeiten zu teuer waren, so dass sie nur durch wenige reiche Leute erstanden werden konnten. Dazu erfand Adrien Philippe 1842 den Aufzug der Uhr durch die Krone mittels einer Welle. Später verbesserte Louis Audemars in Le Brassus den Aufzug der Taschenuhr durch die Krone, was die automatische Uhr ganz verdrängte.

Seit weit über hundert Jahren waren einige schüchterne Versuche unternommen worden, die Uhr am Handgelenk zu tragen. Ich möchte Sie erinnern an eine Armbanduhr, welche die Kaiserin Josephine für ihre bayerische Schwiegertochter, die Prinzessin von Leuchtenberg, herstellen liess und die heute noch existiert. In den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts bestellte die deutsche Marine für ihre Offiziere eine Serie Armbanduhren bei der damaligen Firma Graef in La Chaux-de-Fonds, bei der heutigen Uhrenfabrik Girard-Perregaux. Dabei blieb es.

Es brauchte eine Umwälzung in der Mode, um der Armbanduhr und folglich der automatischen Armbanduhr zum Erfolg zu verhelfen. Dieser Umschwung kam um die letzte Jahrhundertwende, als es einem Vertreter für Schweizer Uhren, dem kürzlich verstorbenen Wilsdorf, gelang, viele Engländer zu überzeugen, dass für sporttreibende und werktätige Leute die Armbanduhr von Vorteil und sogar eine Notwendigkeit sei.

Es war während des Ersten Weltkrieges, als der Sohn eines englischen Uhrmachers, Mr. Harwood, im schmutzigen Schützengraben lag. Wie gerne hätte er gewusst, wann er abgelöst werde, aber seine Uhr war stehengeblieben. Da kam ihm der Gedanke: «Wenn ich eine automatische Uhr am Handgelenk hätte, dann wäre meine Lage nicht so schlimm.» Nach Hause zurückgekehrt, erfand Mr. Harwood die erste automatische Armbanduhr, die in der Schweiz hergestellt wurde und welche 1924 in den Verkauf kam. Aber diese Uhr litt an Kinderkrankheiten, und ihr war kein grosser Erfolg beschieden.

Wieder trat Wilsdorf auf den Plan, und die «Rolex»-Uhrenfabrik schuf im Jahre 1930 die erste Selbstaufzugs-Armbanduhr, die durch einen Rotor geräusch- und reibungslos aufgezogen wird. Zudem ist diese Uhr noch wasserdicht und kann auch durch die Krone aufgezogen werden. Heute besitzen sozusagen alle automatischen Uhren dieses oder ein ganz ähnliches System.

Vor einigen Jahren wurde die «Eternamatic» herausgebracht. Die Schwingmasse dieser automatischen Armbanduhr rollt auf Kugellager. Die «Universal» hat einen Microtor erfunden. Diese beiden Systeme erlauben es, die Uhr in flachen Dimensionen zu halten. Dazu gesellen sich automatische Datum- und Weckeruhren.

Die automatische Uhr hat ihren grossen Siegeszug angetreten und ist heute nicht mehr wegzudenken.

«Zeit und Raum sind eine Einheit», so behauptet der französische Philosoph Bergson.

Und wirklich! Uhren wurden erfunden, die es ermöglichten, die Bezwinger des Mount Everest zu begleiten. Zeitmesser sanken mit Piccard über elftausend Meter unter den Meeresspiegel, wobei das Uhrenglas einen atmosphärischen Druck von einer Tonne je Quadratzentimeter auszuhalten hatte. Wir schicken uns an, das Weltall zu erforschen. Sicherlich wird es unserer stetig vorwärtsstrebenden Uhrenindustrie gelingen, dem ersten Mondbesucher eine Uhr mit elektronischem Aufzug mitzugeben. Wird er wohl diese Uhr heil zurückbringen, fragen wir uns bekümmert? Aber die Ewigkeit geht unbarmherzig, unaufhaltsam und unbekümmert über solche Nichtigkeiten der Menschen hinweg.

In einem Punkt sind wir uns sicher alle einig. In dieser Ewigkeit sind die Stunden, die man in Liebe verbringt, zu kurz bemessen.

W. Allemann

Aus der Geschichte der automatischen Uhr

Die automatische Taschenuhr

Die erste automatische Uhr, es war eine Taschenuhr, wurde im Jahre 1770 von Abraham Perrelet, dem Aelteren, in Le Locle erfunden. Die durch das Marschieren des Trägers entstandenen Stösse brachten ein Gewicht zum Auf- und Abschwingen, das die Uhr aufzog. Die «Biographie neuchâteloise» des Jahres 1863 schreibt dazu:
«Die ersten Uhren, die er herstellte, wurden von Breguet und von einem in London lebenden Recordon gekauft. Abgesehen vom Format, waren sie sehr praktisch im Gebrauch. Wenn man sie nicht trug, erlaubte eine speziell angebrachte Vorrichtung, sie mit einem Schlüssel aufzuziehen.»
In der Schweiz nannte man sie «Pufferuhr», in Frankreich «Erschütterungsuhr» und in England «Pedometer» (pedometer type of self winding), was allerdings ein schlechter Ausdruck ist, denn der Pedometer ist ja ein Schrittzähler, der allerdings auf dem gleichen Prinzip beruht.
Im Jahre 1780 vollendete Breguet in Paris, nach Angaben seines Enkels, die sogenannte «immerwährende» Uhr. Es kann sein, dass er, von der Idee Perrelets ausgehend, noch andere Systeme von Perpetualuhren hergestellt hat. Man kennt die Abbildungen von 11 verschiedenen Uhren dieser Art, die er angefertigt hat. Auch Recordon in London, wahrscheinlich ein gebürtiger Schweizer, liess ebenfalls im Jahre 1780 eine Perpetualuhr unter Nummer 1249 patentieren. Dann kamen diese Uhren in die Mode, und berühmte Uhrmacher, wie Jacquet-Droz und Leschot, stellten sie laufend her. Breguet verwendete das System des Aufziehens durch Erschütterung auch für Uhren höchster Qualität. Er brachte es selbst bei der sogenannten «Marie-Antoinette-Uhr» zur Anwendung, die zu Recht als das grosse Meisterwerk dieses Uhrmachers bezeichnet wird.
In England, Amerika und in der Schweiz wurden solche Perpetualuhren patentiert. Dann trat während eines Vierteljahrhunderts eine Stille ein.

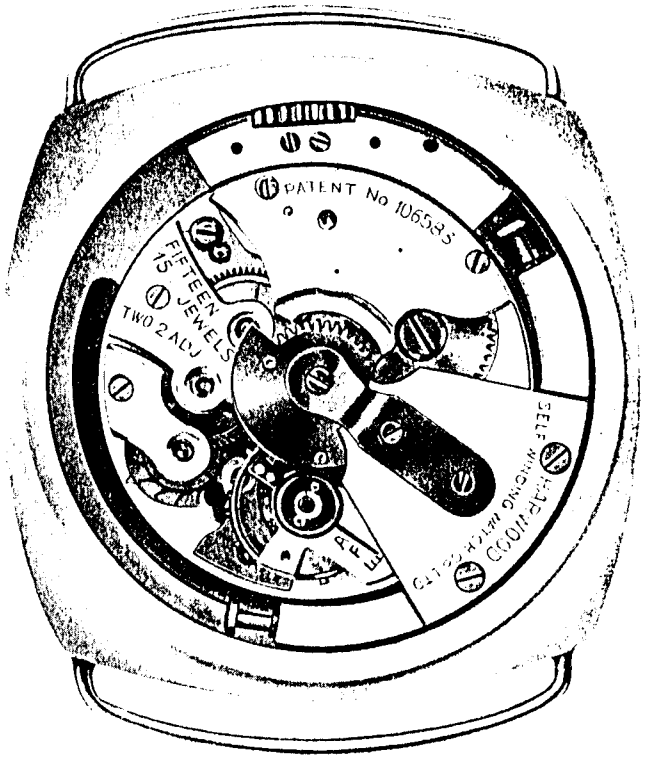
John Harwood, der Erfinder der automatischen Armbanduhr

Es war während des Ersten Weltkrieges, als der 1894 geborene Sohn eines englischen Uhrmachers, John Harwood, im schmutzigen Schützengraben lag. Wie gerne hätte er gewusst, wann er abgelöst werde, aber seine Uhr war stehengeblieben. Da kam ihm der Gedanke einer automatischen Armbanduhr. Nach Hause zurückgekehrt, machte sich John Harwood an die Arbeit und erwirkte im Jahre 1924 in der Schweiz sein erstes Patent unter Nummer 106 583. Seine Arbeiten zielten darauf ab, die Funktionssicherheit der eben aufgekommenen Armbanduhr zu heben und das Eindringen von Wasser in das Uhrwerk zu verhindern.
Als Synthese einer Reihe von Versuchen entstand schliesslich die sogenannte «Harwood-Uhr», bei welcher weder ein Schlüsselaufzug noch ein, wie heute, seitwärts angebrachter Aufzug vorhanden waren. Die Zeiger mussten mittels eines drehbaren Glasreifens (Lunette) gerichtet werden, und das Spannen der Zugfeder wurde durch die manuellen Bewegungen des Trägers über einen sogenannten Automatenmechanismus besorgt.
Wie die Ebauches-Hauszeitung in einem von Peter Aebi geschriebenen Erinnerungsartikel über John Harwood zu berichten weiss, war dessen erster Schweizer Reise noch kein Erfolg beschieden. Wie dies oft bei Neuerungen der Fall ist, zeigte sich die Uhrenindustrie zunächst skeptisch. Eine in der Folge gegründete Gesellschaft zur Verwertung der Ideen von Harwood war dank der finanziellen Deckung erfolgreicher.
Es war im Jahre 1926, als John Harwood mit dem Grossunternehmen der Ebauches-Industrie, A. Schild AG, in Verbindung trat. Gleichzeitig wandte er sich durch Intervention des damaligen Fortis-Aktionärs Ernst Schild an die Fortis AG mit dem Ersuchen, seine automatischen Rohwerke bei diesem Unternehmen montieren zu lassen und unter dem Namen Harwood in den Handel zu bringen. Der Gründer der Firma Fortis, Walter Vogt (übrigens ein Bruder von Gottlieb Vogt-Schild sel., des Verlegers von «The Swiss Watch»), machte sich mit grossem Eifer an die Verbreitung dieser neuen und epochemachenden Erfindung. Der Fortis AG gehört somit der Ruhm, als erste Uhrenfabrik die automatische Armbanduhr an der Basler Mustermesse ausgestellt und somit auf den Weltmarkt gebracht zu haben.
Wie es mit grossen Errungenschaften geht, die spontane Aufnahme blieb aus, und die Krise der dreissiger Jahre setzte auch der automatischen Uhr zu.

The Story of the Automatic Watch

Les débuts de la montre automatique

Aus der Geschichte der automatischen Uhr



The Harwood watch with its fluted bezel for adjustment of the hands: a red or white spot appearing in the round opening above the figure 6 of the dial indicated whether the hand-adjustment mechanism was engaged or not. The designer of this watch abandoned manuel winding mechanism altogether.

Ansicht einer Harwood-Uhr mit dem gerippten Glasreif zum Richten der Zeiger und mit der runden Zifferblattöffnung oberhalb der «6», wo ein roter bzw. weisser Punkt anzeigt, ob der Zeigerstellmechanismus ein- oder ausgeschaltet ist. Eine manuelle Aufzugsvorrichtung wurde weggelassen.

Montre Harwood avec sa lunette cannelée pour la mise à l'heure des aiguilles et avec une ouverture ronde, au-dessus du chiffre 6 du cadran, dans laquelle un point rouge ou blanc indique si le mécanisme de mise à l'heure des aiguilles est enclenché ou déclenché. Le constructeur avait renoncé à tout mécanisme de remontage manuel!



◀ Watch movement, seen from the rear. The oscillating weight complete with plugs can be seen suspended equally on the bar side and on the dial side. The sliding pinion at the upper edge of the movement meshes with the revolving bezel.

Mouvement de montre, à l'envers. On remarquera la masse oscillante munie de tampons, suspendue tant du côté pont que du côté cadran. Puis, au bord supérieur du mouvement, le pignon coulant qui engrène avec la lunette tournante.

Uhrwerk von der Rückseite her gesehen. Zu beachten ist die mit Puffern versehene Schwingmasse, die sowohl auf Brückenseite als auch auf Zifferblattseite gelagert ist. Ferner auch das Zeigerstellrieb am oberen Werkrand, das mit dem drehbaren Glasreif eingreift.

The "Autorist" automatic wrist-watch, also invented by Harwood. The lower mobile lug attached to the bracelet worked the automatic winding mechanism.

Montre-bracelet automatique « Autorist », également inventée par John Harwood. L'anse inférieure mobile pour attacher le bracelet servait à actionner le mécanisme de remontage automatique.

Die ebenfalls von John Harwood erfundene automatische «Autorist»-Armbanduhr. Der untere, beweglich angebrachte Bügel für das Armband diente zur Betätigung des Automatenmechanismus.

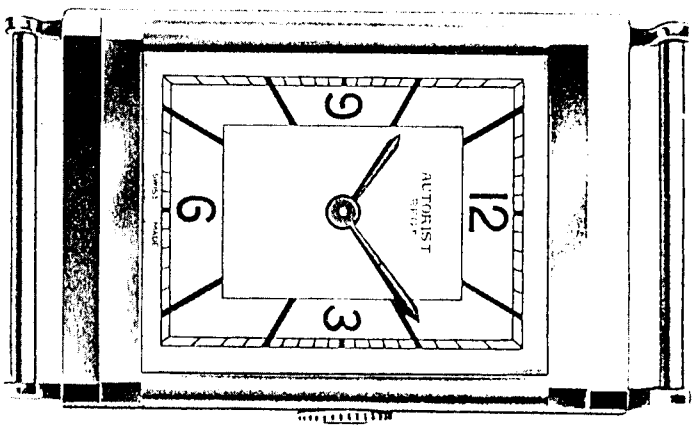
The projecting lever which is connected to the mobile bridle of the case can be seen in the centre of the movement at the bottom. This device worked a system of levers set on the barrel-bar and wound the watch's driving spring.

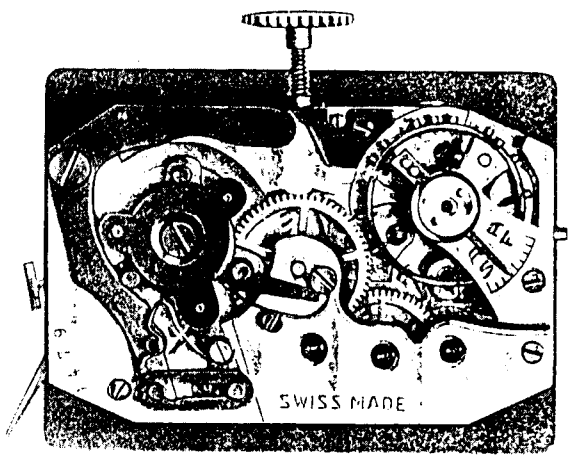
En bas et au centre du mouvement d'horlogerie, le levier en saillie relié à l'anse mobile de la boîte. Ce dispositif actionne un système à levier se trouvant sur le pont de barillet, qui effectue l'armage du ressort moteur de la montre.

Beim Uhrwerk der «Autorist» ist unten in der Mitte der vorstehende Hebel zu sehen, der in Verbindung mit dem beweglichen Bügel der Schale steht. Durch diese Vorrichtung wird das Hebelsystem auf der Federhausbrücke betätigt, das das Spannen der Zugfeder bewirkt.



John Harwood 1894-1965





John Harwood hatte sich das Recht ausbedungen, seine Konstruktion auch anderen Uhrenfabrikanten in Lizenz zu übergeben. So hat, wie die Ebauches-Hauszeitung ausführt, die Firma Selza Watch einige Jahre später die Harwood-Uhr auch auf den Markt gebracht. Es waren aber die Firmen A. Schild AG und Fortis AG, die die Initianten zur Fabrikation der automatischen Armbanduhr waren und dafür Pionierdienste geleistet haben.
John Harwood begnügte sich nicht etwa, wie die meisten Erfinder, nur einige Ideen oder approximative Skizzen anzubieten, sondern er stellte einen Prototyp seiner automatischen Armbanduhr zur Verfügung. Ausserdem hat er Zeichnungen aller Spezialteile angefertigt und dadurch den Herstellerfirmen die Aufgabe beträchtlich erleichtert. Leider fehlten in der damaligen Zeit die Erfahrungen in der Fabrikation und in der Montage solcher Spezialmechanismen, so dass sich die Verwirklichung der Harwoodschen Idee zu einem regelrechten Sorgenkind entwickelte. Die ganze Angelegenheit wurde noch komplizierter durch mehrere an der Gesellschaft «The Harwood Watch Company» beteiligte Geschäftsleute, die nur ein Ziel kannten, diese Erfindung so rasch wie möglich auszunützen und dafür so wenig wie möglich zu bezahlen. Bedingt durch diese Umstände wie durch die beginnende Krisenzeit der dreissiger Jahre war dieser Gesellschaft keine lange Lebensdauer vergönnt.

Die Autorist-Uhr

Eine weitere Erfindung Harwoods war die sogenannte «Autorist-Uhr», ebenfalls ein automatisches Armbanduhrwerk, welches mittels eines Federbügels am Gehäuse aufgezogen werden sollte. Diese Konstruktion hat sich in der Praxis aber nicht bewährt, da die Bewegungsübertragung vom Handgelenk zum Armband den Anforderungen nicht entsprach und der Staub allzu leicht in das Gehäuse eindringen konnte. Auch hier waren es die beiden Firmen A. Schild AG und Fortis AG, welche sich kurze Zeit mit der Herstellung dieser Uhr befassten.
Walter Vogt hat sich für die neuen Konstruktionen des Erfinders Harwood energisch eingesetzt und auch beträchtliche finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt. Die Krise der dreissiger Jahre hat seinen weitblickenden Plänen leider ein jähes Ende gesetzt, und Walter Vogt musste mit einem grossen Verlustgeschäft die Angelegenheit Harwood und Autorist aufgeben.
Die Firma A. Schild AG hat aber in den folgenden Jahren die Idee von Harwood weiterentwickelt, indem sie die wesentlichen Unzulänglichkeiten ausschaltete, so dass das Vertrauen in die automatische Armbanduhr von Jahr zu Jahr wuchs. John Harwood, der Erfinder, der mit seinem Helfer Cutts die erste automatische Armbanduhr schuf, profitierte nicht viel von seinen Erfindungen. Er starb im Frühling 1965 in bescheidenen Verhältnissen in England. Anerkennung hingegen hat er gefunden, als ihm 1957 das «British Horological Institut» die goldene Verdienstmedaille zuerkannte.

Von der «Rolls-Uhr» zum Rotor

Das Patent Harwood hatte den Geist anderer Erfinder geweckt, und bald erschienen zahlreiche Patente, die aber vielfach ein paar Jahre später wieder gestrichen wurden. Eines unter ihnen vermochte in Frankreich während einiger Jahre das Interesse aufrechtzuerhalten. Es handelte sich um die in La Chaux-de-Fonds hergestellte Rolls-Uhr der Firma Léon Hatot in Paris. Der automatische Aufzug dieser Uhr basierte auf einem ganz anderen System. Hier war es nämlich das ganze Werk, das sich in der Schale hin und her bewegte und damit die erforderliche Triebkraft gewann. Die Verschiebung war unbedeutend, sie betrug nur 3 mm, aber das Zifferblatt musste gleichzeitig mitgehen, und das wirkte auf das Auge sehr unangenehm. Zudem war das Richten der Uhr nicht sehr praktisch, und so ist denn die «Rolls-Uhr» auf dem heutigen Markt nicht mehr zu finden.
Dann kam die «Wig-Wag», die den Vorteil besass, dass sie wie ein gewöhnliches Werk aufgezogen werden konnte, wenn man sie nicht am Arm trug. Diese Uhr war in der Schweiz während einiger Zeit bekannt.
Zu jener Zeit, eben 1930, hat Hans Wilsdorf, zusammen mit seinem Technischen Direktor Borer, die Rolex-Perpetual entwickelt. In ihr bewegt sich ein Aufzugsgewicht — dem man den Namen «Rotor» gab — nicht mehr bloss zwischen Puffern hin und her. Der Rotor ist bekanntlich ein «Triebrad», das sich auf die eine oder andere Seite rings um seine eigene, im Mittelpunkt der Uhr gelegene Achse drehen kann. Das System wurde im Jahre 1932 für alle Länder patentiert.
Die glänzende Entwicklung, die der gesamten Uhrenindustrie neue Wege wies, verdanken wir letztlich dem bescheidenen englischen Erfinder, dessen Name stets mit der automatischen Armbanduhr verbunden sein wird.

Quellenangabe:
Ebauches-Hauszeitung, die uns auch die Illustrationen in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte.
Rolex: Die Geschichte der automatischen Uhr.

Uhrmacherzeitung 1943
Biel/Schweiz



ABRAM-LOUIS BREGUET
1747-1823
erstellte die erste automatische Uhr
vor 150 Jahren.

Uhren mit automatischem Aufzug

deren Funktion und Reparatur

von A. PIECHOTA, BIEL

Nachdruck verboten

Die Armbanduhr mit automatischem Aufzug (remontoir automatique) ist eine geniale Schöpfung der modernen Zeit, obwohl schon von unserem Grossmeister Abraham Louis Breguet vor mehr als 100 Jahren Taschenuhren mit automatischem Aufzug hergestellt wurden.

Unser Meister ahnte nicht, welche Fortschritte dieser Gedanke machen würde. Das Prinzip des Antriebes von Breguet ist dem heutigen ähnlich. Es war stets das Bestreben des Menschen, Perpetuum Mobile herzustellen. Wenn wir Gelegenheit haben, Uhrenmuseen zu besuchen, so können wir sehen, dass der menschliche Geist von jeher bemüht war, selbstantreibende Mechanismen herzustellen.

Die Taschenuhren mit automatischem Aufzug von Breguet sind noch von einem andern Gedankengang ausgegangen, als es heute bei den Armbanduhren der Fall ist, denn die automatische Armbanduhr ist nicht nur für die Bequemlichkeit da, sondern hat noch, wie wir nachfolgend sehen werden, wichtige Eigenschaften.

Die wasserdichte Uhrschale, die ebenfalls eine Errungenschaft der Technik darstellt und heute Trumph ist, bekommt erst den Wert, wenn in der Schale ein Uhrwerk mit automatischem Aufzug ist. Die meisten wasserdichten Uhrschalen haben bei der Aufzugkrone eine Abdichtungsvorrichtung, sei es in der Schale oder in der Krone, die technische Mängel aufweist. Durch das Aufziehen leidet mit der Zeit das Abdichtungsmaterial. Wenn das Abdichtungsmaterial noch frisch ist, ist der Aufzug schwer, so dass, wie ich in der Praxis zur Genüge feststellen konnte, der Träger die Uhr entweder nicht ganz aufzieht oder die Feder wird derart gespannt, dass die Uhr oft sogar einige Minuten vorgeht, was zu unliebsamen Reklamationen führt. Die sinnreichsten Sperrkegel (cliquet)-Konstruktionen helfen in diesem Falle gar nicht, aus dem einfachen Grunde, weil

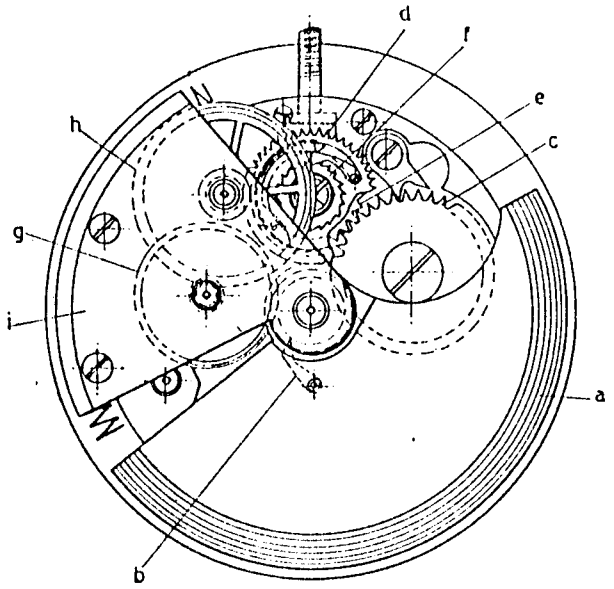


FIG.1

die Aufzugwelle (tige de remontoir) nicht frei ist.

Diese technische Unvollkommenheit und deren Folgen werden durch ein Werk mit automatischem Aufzug beseitigt. Wir sehen also, dass der automatische Aufzug durchaus nicht nur für die Bequemlichkeit erdacht wurde.

Wenn vorher gesagt wurde, dass eine wasserdichte Uhrschale erst mit einem automatischen Aufzugwerk ein Ganzes bildet, so ist es auch von grosser Wichtigkeit, dass der präzise automatische Aufzug erst dann vollkommen ist, wenn das Werk ebenfalls eine technische Vollkommenheit darstellt, um ein dauerndes gutes Funktionieren zu gewährleisten und dem Uhrmacher unliebsame Reklamationen seitens der Kundschaft zu ersparen. Viele Uhrmacher halten die automatische Uhr für kompliziert und hegen Misstrauen gegen dieses Werk, dies jedoch mit Unrecht.

Viele Uhrenfabriken haben schon längst eingesehen, dass bei der Konstruktion einer Uhr die Wünsche des Uhrmachers berücksichtigt werden müssen.

Die heutige Zeit erfordert es, und der Uhrmacher am Werktisch muss es auch verlangen, dass eine Uhr ohne besondere Schwierigkeiten und Zeitverlust repariert werden kann. Wenn wir die heutigen zahlreichen Konstruktionen des automatischen Aufzuges betrachten, so muss man zugeben, dass die Wünsche des Uhrmachers bei der Konstruktion weitgehend berücksichtigt worden sind, nämlich auf Vereinfachung. Der Schreiber hatte Gelegenheit, sich mit zahlreichen verschiedenartigen Konstruktionen des automatischen Aufzuges zu beschäftigen.

In meinem heutigen Artikel will ich Werke mit automatischem Aufzug und deren Funktion beschreiben, die eigentlich die Grundlage für alle andern bilden, und will darauf aufmerksam machen, was bei der Reparatur solcher Uhren hauptsächlich beachtet werden muss.

Fig. 1

zeigt uns einen automatischen Aufzug, *a* ist ein schwingendes Gewicht (masse oscillante), das im Zentrum des mécanisme auf einer axe frei ohne Reibung schwingt. Dieses schwingende Gewicht (masse oscillante) ist das Grundprinzip bei fast allen automatischen mécanismen. Ein Sperrkegel *b* (cliquet d'impulsion), der am Körper *a* befestigt ist, greift in ein Trieb (pignon) ein. Beim Zurückschwingen des Gewichtes durch Stoss oder Erschütterung stösst der Sperrkegel (cliquet d'impulsion) das Aufzugrad (pignon) mehrere Zähne vorwärts. Durch Übersetzungsräder wird das eigentliche Aufzugrad *c*

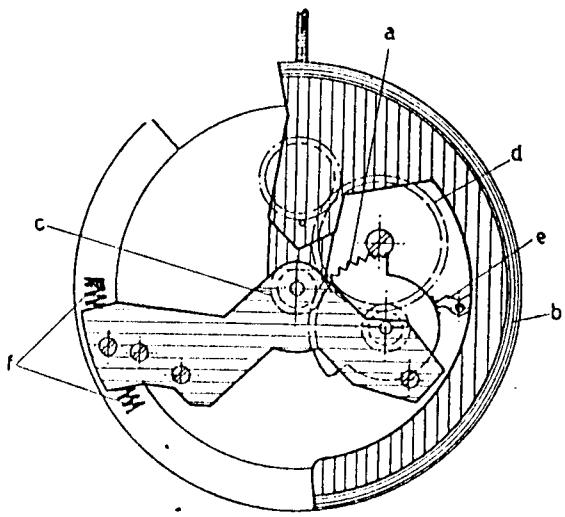


FIG. 2

(rochet), das auf dem Federkern (arbre de barillet) sitzt, in Bewegung gesetzt und somit die Feder immer gespannt. In der Zeichnung ist die Übersetzung deutlich gekennzeichnet. Das Übersetzungsverhältnis muss mit peinlicher Genauigkeit berechnet sein.

Wir sehen bei diesem Werk, dass der Konstrukteur alle mathematischen Regeln glücklich gelöst hat.

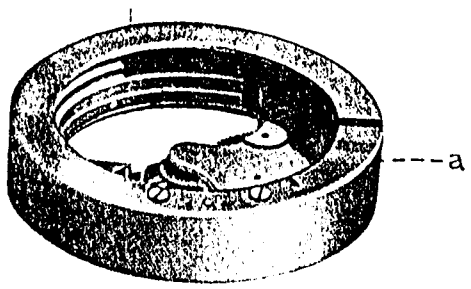
Alle Übersetzungsräder (roues de transmission) müssen ganz frei sein und laufen meistens in Rubinen.

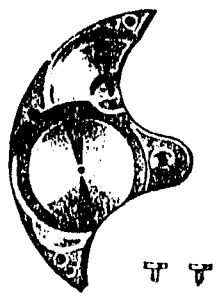
Wie schon erwähnt, kann nur ein mécanisme mit automatischem Aufzug mit einem Präzisionsuhrwerk in Verbindung gebracht werden, schon deshalb, damit eine sehr elastische Feder eingesetzt, und die Feder durch das schwingende Gewicht (masse oscillante) auch aufgezogen werden kann. Darum möchte ich schon jetzt auf die Wichtigkeit hinweisen, dass der Uhrmacher bei der Erneuerung einer Feder nach Möglichkeit ein Originalstück ersetzen muss oder mindestens mit einer ganz genauen Klingenstärke. Beim automatischen mécanisme gibt es auch solche, die mit der Krone aufgezogen werden können. Das Werk Fig. 1 ist mit dieser Vorrichtung auf einfache, geniale Weise gelöst. Auf dem Aufzugrad *d* (roue de couronne) sind die Räder *e* und *f* beweglich. Auf der Aufzugwelle (tige de remontoir) sitzen wie bei gewöhnlichen Uhren das Aufzugtrieb (pignon coulant) und Aufzugrad (pignon de remontoir). Das Aufzugrad greift in das Rad *e* ein und somit kann die Uhr unabhängig vom automatischen mécanisme aufgezogen werden.

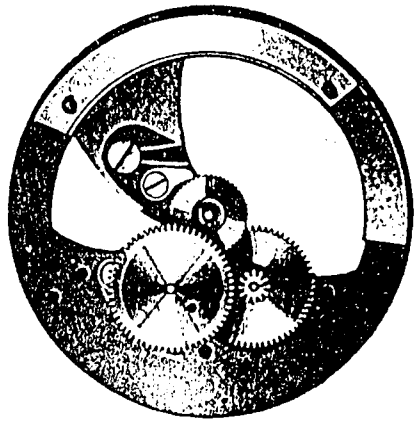
Bei jeder Uhr mit automatischem Aufzug ist dafür gesorgt, dass die Feder nicht zu stark gespannt werden kann, indem in Federhaus und Feder hierfür eine Vorrichtung vorhanden ist. Das gleiche Werk wird auch vereinfacht hergestellt, indem das Rad *g* wegfällt, so dass das Aufzugrad *h* direkt im Trieb vom schwingenden Gewicht (masse oscillante) eingreift. Auch in diesem Falle ist das Übersetzungsverhältnis auf das genaueste berechnet. Bei der Reparatur muss die Brücke (pont) *i* mit dem schwingenden Gewicht (masse oscillante) weggenommen werden. Obwohl hier keine komplizierten Teile vorhanden sind, so muss dennoch mit Vorsicht vorgegangen werden. Der Antriebs-Sperrkegel (cliquet d'impulsion) ist mit einer sehr elastischen Feder (ressort) versehen und soll nicht beschädigt werden. Wenn sie ersetzt werden muss, so durch ein Original oder man achte auf gleiche Elastizität.

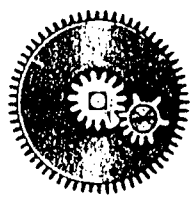
Fig. 2

zeigt eine andere Konstruktion. Während in Fig. 1 der Antrieb durch einen Sperrkegel (cli-









quet d'impulsion) vollzogen wird, so geschieht hier der Antrieb mittels eines Rechens *a* (râteau). *b* ist das schwingende Gewicht (masse oscillante), auf dem ein Trieb (pignon) *c* festsitzt, das im Rechen (râteau) eingreift. Auf dem Rechen (râteau) sitzt ein Triebchen (pignon) wie Fig. zeigt, das in dem Aufzugrad (rochet) *d* eingreift und womit der Aufzug vollzogen wird. Das schwingende Gewicht (masse oscillante) ist nur auf einer Seite wirksam ; die andere Seite ist ein Leerlauf. Darum muss jeder automatische Aufzug ein Gegengesperr (entretien) haben. Auch bei Fig. 1 ist dies deutlich sichtbar. Bei *e* sehen wir das Gegengesperr (entretien), das in einem Spezialrad, welches ebenfalls auf dem Rechen (râteau) sitzt, eingreift. Auch dieses Werk ist so konstruiert, dass die Uhr mit der Krone aufgezogen werden kann, indem das Kronenrad (roue de couronne) im pignon de remontoir eingreift, wie in gewöhnlichen Uhren. Auch diese Konstruktion beruht auf einer ganz genauen Berechnung und ist von präziser Ausführung, in Verbindung mit einem einwandfreien Werk. Die Feder *f* ist eine Auffangfeder (ressort amortisseur), die fast bei allen automatischen Uhren vorhanden ist und dazu dient, dem schwingenden Gewicht (masse oscillante) einen elastischen Aufschlag zu geben.

Wir sehen, dass es sich bei diesem automatischen mécanisme um ein vereinfachtes System handelt.

Um eine Reparatur des Werkes vorzunehmen, muss der mécanisme erst abgeschraubt werden. Auch hier muss mit Vorsicht vorgegangen werden, um die zarten Federchen (ressort) nicht zu beschädigen. Beim Zusammensetzen ist von grosser Wichtigkeit, dass der Rechen (râteau) *a* mit dem schwingenden Gewicht (masse oscillante) richtig eingestellt wird, und zwar so, dass das Gewicht *b* auf beiden Seiten an die Auffangfeder (ressort amortisseur) *f* ankommt, denn der Rechen (râteau) hat nur eine bestimmte Anzahl von Zähnen. Wir haben hier also durchaus nicht mit einem komplizierten mécanisme zu tun.

Der menschliche Geist ruht nicht und so sind neue Arten von automatischen Aufzugmécanismen entstanden.

Fig. 3

zeigt einen vollständigen mécanisme des automatischen Aufzuges, der ganz unabhängig vom Werk ist. *a* ist ein Ring, an dem der mécanisme angebracht ist. Das Werk wird einfach in den Ring eingesetzt, Aufzugwelle (tige de remontoir) kommt in den Einschnitt *b* und wird mit einer einfachen Schraube im Werk befestigt.

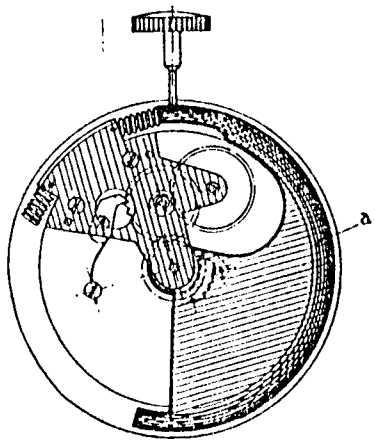


FIG. 6

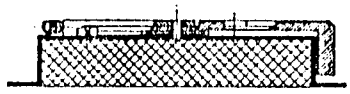


FIG. 7

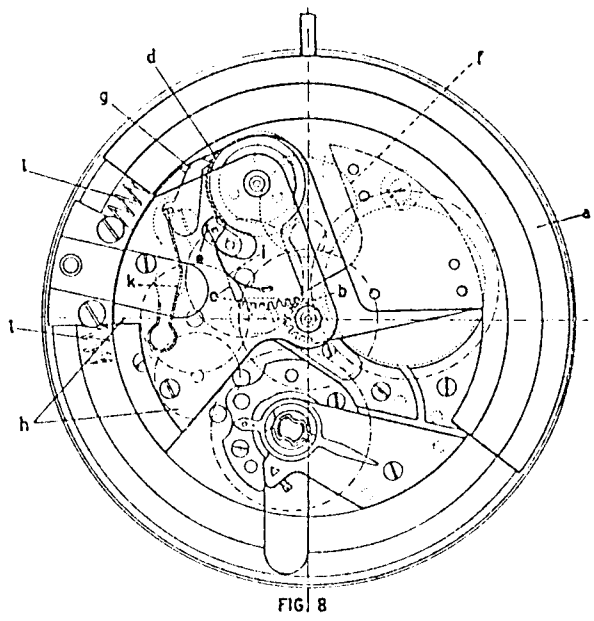


FIG. 8

Der mécanisme tritt sofort mit dem rochet in Verbindung. In

Fig. 4

sehen wir die untere Seite des Ringes mit dem mécanisme, indem die kleine Brücke (pont) *b* entfernt wurde. In Fig. 4 bei *a* sehen wir das schwingende Gewicht (masse oscillante). Der andere Teil vom Gewicht läuft im Hohlraum des Ringes. In dem Ring ist auch eine Auffangfeder (ressort amortisseur) angebracht.

Die interessanten charakteristischen Merkmale von diesen mécanismen sind nämlich die : Bei der Reparatur der Uhr oder beim Ersetzen der Feder braucht der mécanisme nicht auseinandergenommen zu werden, nur das Werk ist aus dem Ring zu nehmen. Das Werk hat ein Federhaus mit Stellung (arrêtage) wie

Fig. 5

zeigt. Dies soll verhindern, dass die Feder nicht zu stark gespannt wird und auch nicht ganz entspannt. Es ist so berechnet, dass die Uhr bei einem vollen Aufzug über 30 Stunden geht. In einem der Aufzugräder ist eine einfache aber sinnreiche Vorrichtung angebracht, um den automatischen Aufzug in dem Moment ausser Funktion zu setzen, wenn die Feder vollständig aufgezogen ist. Wenn keine gewaltsame Beschädigung eintritt, hat der Uhrmacher mit dem automatischen mécanisme nichts zu tun. Der Ring des mécanisme dient zugleich als Staubschutz. Der Aufzug der Uhr geschieht hier nur automatisch, mit der Krone wird nur die Zeigerstellung betätigt. Wenn die Uhr abläuft, so kann diese durch Rüttlung wieder aufgezogen werden. Für den Uhrmacher ist dafür gesorgt worden, dass das Werk nach einer Reparatur aufgezogen werden kann. In dem starken rochet sind zwei Löcher angebracht, so dass mit einem geeigneten Werkzeug aufgezogen werden kann.

Fig. 6

zeigt uns ebenfalls einen automatischen mécanisme ganz unabhängig vom Werk. Die charakteristischen interessanten Eigenschaften sind folgende :

Fig. 7

Der ganze mécanisme ist auf eine calotte montiert, indem das Uhrwerk eingesetzt und mit einer einfachen Schraube befestigt wird, wobei das Aufzugrad (rochet) in einem Rad vom automatischen mécanisme eingreift. *a* in

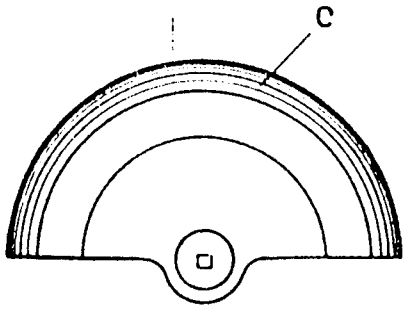


FIG.9

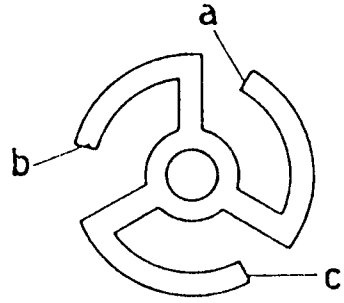


FIG.11

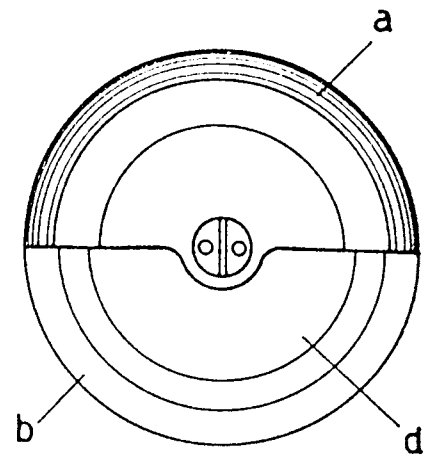


FIG.9

Fig. 6 ist das schwingende Gewicht (masse oscillante), an dem ein Sperrkegel (cliquet d'impulsion) angebracht ist, der wie bei andern Werken ein Trieb um einige Zähne weiterstösst bis zum rochet. Wir sehen auch hier ein Gegengesperr (entretien) angebracht. Charakteristisch ist bei dieser Konstruktion, dass die calotte als Staubschutz für die Uhr dient. Der mécanisme ist ebenfalls von präziser Ausführung. Diese Konstruktion wird auch mit Uhrwerken geliefert, die mittels der Krone aufgezogen werden können.

Ich will nun noch ein Werk mit automatischem Aufzug neuester Schöpfung zeigen. In

Fig. 8

sehen wir das Werk. Die charakteristischen interessanten Eigenschaften sind folgende : *a* ist das schwingende Gewicht (masse oscillante), an dem ein im Halbkreis verzahntes Rad *b* befestigt ist, das in dem Rechen (râteau) *c* eingreift. Der Rechen (râteau) sitzt auf einem Aufzugrad *d* mit noyau. Ein kleiner Sperrkegel (cliquet d'impulsion) *e*, der auf dem Rechen (râteau) befestigt ist, stösst bei der Bewegung des masse oscillante das Aufzugrad *d* mehrere Zähne weiter. Dieses Aufzugrad ist mit einem Stahltriebchen (pignon en acier) versehen, das, wie in der Zeichnung deutlich sichtbar ist, in einem Kronenrad (roue de couronne) *f* eingreift, das mit dem Aufzugrad (rochet) in Verbindung ist, also das Rad, das eigentlich auf dem Federkern (arbre de barillet) sitzt, und somit die Feder gespannt wird. Auch hier sehen wir bei *g* ein Gegengesperr (entretien).

Das Stahltriebchen (pignon en acier), welches mit dem Aufzugrad *d* in Verbindung steht, ist mit zwei Zapfen (pivots) versehen. Der untere Zapfen (pivot dessous) läuft in der Platine, während der obere Zapfen (pivot dessus) sowie der Zapfen vom schwingenden Gewicht (pivot de masse oscillante) in einer Brücke (pont) *h* sitzen, die mit zwei Schräubchen am Werk befestigt ist. Die zwei Zapfen vom schwingenden Gewicht (masse oscillante) laufen in Rubinen, um dadurch die Elastizität zu erhöhen. Die Uhr ist so konstruiert, dass auch mit der Krone wie bei einfachen Uhren aufgezogen werden kann.

Bei der Reparatur muss unbedingt auf folgendes geachtet werden : Die zarte Sperrfeder (ressort de cliquet d'impulsion) *i* soll nicht beschädigt werden und ist durch Original zu ersetzen, ebenso die Sperrfeder (ressort d'entretien) *k*. Es muss beachtet werden, dass der kleine Sperrkegel (cliquet d'impulsion) *e* sehr sauber ist, damit das freie Spiel gesichert ist.

Es ist von grosser Wichtigkeit, dass beim Zusammensetzen darauf geachtet wird, dass der Rechen (râteau) *c* in dem halb verzahnten Rad

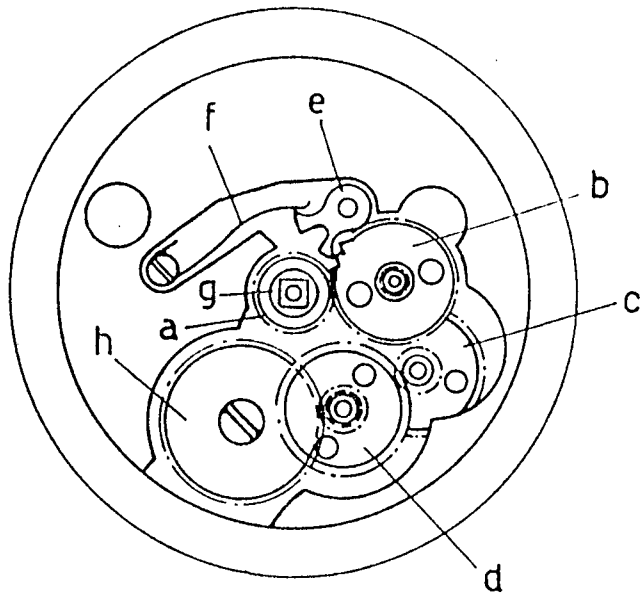


FIG. 10

b, wenn das schwingende Gewicht (masse oscillante) an der Auffangfeder (ressort amortisseur) *l* anstösst, so eingestellt werden muss, wie aus der Zeichnung deutlich ersichtlich ist. Im weitern muss auch für das freie reibungslose Spielen des schwingenden Gewichtes (masse oscillante) geachtet werden. Das Federhaus und die Aufzugfeder sind wie bei allen automatischen Uhren mit einer Vorrichtung versehen, damit die Feder nicht zu stark gespannt wird.

Bei diesem Werk ist besonders charakteristisch, dass es trotz des automatischen Aufzuges flach ist, und zwar ohne dass die Präzision darunter gelitten hat. Diese präzise und einfache Konstruktion des automatischen Aufzuges ist vereint mit einem ebenso präzisen Werk.

Wir sehen also, dass der Uhrmacher bei der Reparatur des Werkes auf einfache Weise die wenigen Bestandteile des automatischen Aufzuges vom Werk entfernen und wieder zusammensetzen kann.

Wir haben bis dahin schon eine Anzahl genialer Konstruktionen des automatischen Aufzuges kennengelernt, bei denen ein schwingendes Gewicht (masse oscillante) den Aufzug betätigt.

Wir wollen nun eine andere abweichende, interessante und geniale Konstruktion des automatischen Aufzuges kennenlernen. In

Fig. 9

sehen wir den kompletten automatischen Aufzug. *a* ist ein Rotor, der den Aufzug betätigt. Der Rotor ist eigentlich auch ein schwingendes Gewicht (masse oscillante), aber das Charakteristische ist dabei, dass das Gewicht sich im Kreise dreht, darum sehen wir, dass hier die Auffangfedern (ressorts amortisseur) ganz fehlen. Der Erfinder beabsichtigte dabei, die ganze Schwungkraft (force centrifuge) für den Aufzug zu verwenden, damit die Uhr dadurch schneller aufgezogen wird. Der Rotor und die übrigen Teile sind auf einer calotte *b* montiert und mit einigen Schräubchen auf dem Uhrwerk befestigt. Die calotte dient auch zugleich als Staubring (cache poussière). Bei *c* sehen wir den Rotor allein.

Fig. 10

zeigt uns die Antriebsräder des automatischen Aufzuges, nachdem wir eine Brücke (pont) *d* mit dem Rotor abgenommen haben, und zwar die Räder *a*, *b*, *c* und *d*. *e* ist das unentbehrliche Gegengesperr (entretien) und *f* die Sperrfeder (ressort d'entretien). Das Rad *a* sitzt auf einer Welle (tige) *g*, die unten mit einem Zapfen versehen ist, während der obere Teil einen Ansatz (portée) sowie Vierkant (carré) auf-

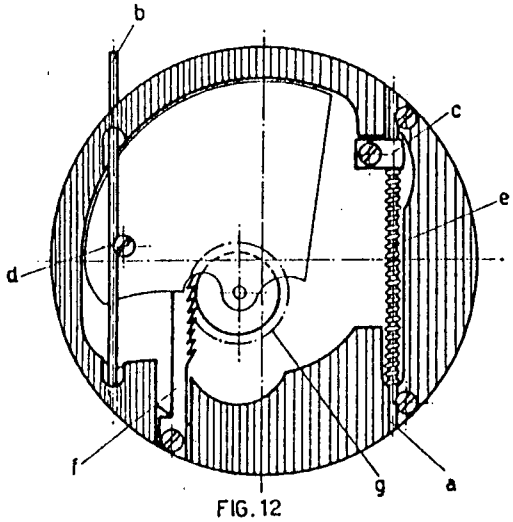
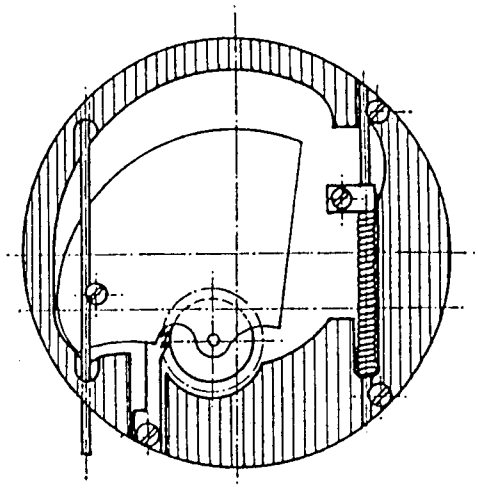


FIG. 12


FIG. 13

weist. Der Ansatz (portée) läuft in der Brücke (pont) *d*, während der Vierkant (carré) im Rotor mit einer Schraube befestigt wird. Auf dem untern Teil der Welle (tige) sitzt ein einfaches aber sinnreich konstruiertes Federchen in Scheibchenform (ressort en forme de rondelle), wie

Fig. 11

zeigt. Die federnden Teile (parties du ressort) *a*, *b*, *c*, die etwas nach oben gebogen sind, greifen in das Rad *a* (Fig. 10) ein und üben die gleiche Wirkung aus, wie cliquet d'impulsion bei den andern Arten des automatischen Aufzuges. Das Rad *a* hat nämlich von der untern Seite zu diesem Zwecke extra Zähne (dentures). Durch diese Beschaffenheit der Feder ermöglicht es in einer Richtung das Rad *a* durch den Rotor zu treiben, während in der andern Richtung leer läuft.

Bei der Reparatur der Uhr hat der Uhrmacher mit dem automatischen Aufzug nichts zu tun, denn nachdem einige Schräubchen gelöst sind, ist die calotte vom Werk abnehmbar und beim Zusammensetzen kommt der mécanisme sofort mit dem Aufzugrad *h* des eigentlichen Werkes in Verbindung, das in einem Triebchen vom Rad *d* eingreift. Die Uhr ist so konstruiert, dass auch mit der Krone aufgezogen werden kann.

Es ist selbstverständlich, dass auch hier das Federhaus und Feder so konstruiert sind, dass kein zu starkes Spannen der Feder eintreten kann.

Ferner muss der Uhrmacher unbedingt bei der Reparatur darauf achten, dass der Rotor ganz frei, also ohne jede Reibung läuft.

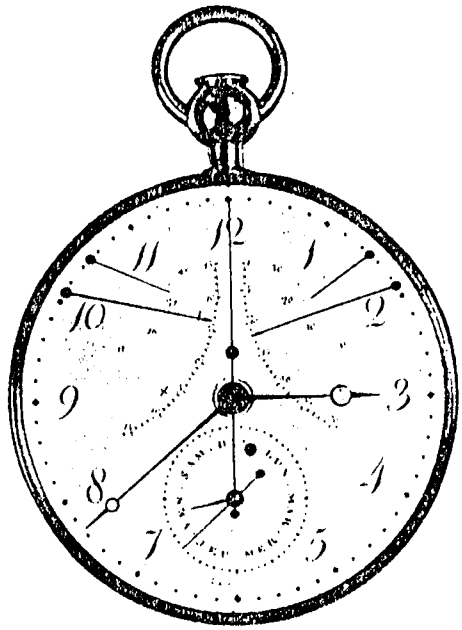
Alle Zapfenlager (palier) müssen sauber sein und das Federchen *f* vom Gegengesperr (ressort d'entretien) soll nicht beschädigt und nur durch Original ersetzt werden. Der automatische Aufzug ist von ganz präziser Ausführung und zwar in Verbindung mit einem präzisen Werk.

Bis jetzt haben wir Konstruktionen gesehen, die durch ein schwingendes Gewicht (masse oscillante) oder durch einen Rotor den Antrieb (impulsion) erhalten. Nun will ich zur Vervollständigung noch eine besondere Art des automatischen mécanisme mit den chrakteristischen Eigenschaften beschreiben. In

Fig. 12

stellt die schraffierte Linie einen Ring dar, der frei schwingt, und zwar auf die Führungsstäbchen *a* und *b*. Das Stäbchen *b* ist im Werk mit einer Schraube *d* befestigt. Während *a* im

Die erste automatische Uhr hergestellt von Abram-Louis Breguet



La première montre automatique construite par Abram-Louis Breguet

schwingenden Ring (bague oscillante) mit zwei Schräubchen, in der Zeichnung deutlich sichtbar, befestigt ist. Dieses Stäbchen bewegt sich frei in einer Führung *c*, die am Werk befestigt ist. Auf dem Führungsstäbchen *a* sehen wir eine Feder *e*, die dazu dient, den schwingenden Ring (bague oscillante) wieder in die richtige Aufzugstellung zu bringen. Bei *f* sehen wir eine Zahnstange (crémaillère), die im schwingenden Ring (bague oscillante) angeschraubt ist und in einem Aufzugrad *g*, das im Werk angebracht ist, eingreift. Ein Federchen (ressort) sorgt dafür, dass die Zahnstange (crémaillère) stets zum Aufzugrad *g* gedrückt wird. Diese Stellung des schwingenden Ringes (bague oscillante) mit der Zahnstange (crémaillère) ist die Ruhestellung, während

Fig. 13

durch die Rüttelbewegung den nach oben gestossenen Ring zeigt, wobei die Zahnstange (crémaillère) das Aufzugrad mehrere Zähne vorwärts treibt. In diesem Rad *g* greift ein weiteres Rad, das in Verbindung mit dem Federhauskern (arbre de barillet) steht und dadurch die Feder aufzieht.

Die Zeichnungen sind so gemacht, dass die Funktion des automatischen Aufzuges ohne weiteres deutlich zu sehen ist.

Bei der Reparatur muss geachtet werden, dass die Stäbchen *a* und *b* nicht verbogen werden, was eine Verhinderung des freien Schwingens des Ringes (bague) zur Folge haben kann.

Um die Reparatur des Uhrwerkes vorzunehmen, muss der schwingende Ring (bague oscillante) abgenommen werden, indem die Führung *c* und die Schraube *d* gelöst werden.

Beim Zusammensetzen muss geachtet werden, dass das Führungsstäbchen *b* an der richtigen Stelle wieder befestigt wird, damit der schwingende Ring (bague oscillante) die sichere Führung wieder bekommt.

Es muss noch zum Schluss darauf hingewiesen werden, auf was unbedingt bei der Reparatur der automatischen Uhr geachtet werden muss: Die zarten Federchen von den Sperrkegeln (cliquet d'impulsion) des automatischen Aufzuges sollen nie beschädigt werden. Beim Zusammensetzen muss man sich überzeugen, ob das Aufzuggewicht ganz frei ist, also ohne jede Streifung. Wenn die Feder gebrochen ist, soll stets eine Originalfeder ersetzt werden. Wenn das Uhrwerk nicht den gewünschten guten Gang aufweist, soll in keinem Falle die Feder durch eine stärkere ersetzt werden, sondern die Fehler auf einwandfreie Weise beseitigt werden. Wie ich schon am Anfang erwähnte, stellt

der ganze Komplex ein einziges harmonisches Spiel dar, das auf ganz genauer Berechnung beruht.

Wir haben nun gesehen, dass der automatische Aufzug mit der heutigen vereinfachten und sinnreichen Konstruktion dem Uhrmacher bei der Reparatur durchaus keine Schwierigkeiten bietet. Ein Versagen des mécanisme, wenn nicht gewaltsame Beschädigungen stattfinden, ist fast ausgeschlossen.

Der Uhrmacher kann eine Uhr mit automatischem Aufzug bekannter Marken seinen Kunden als eine technische Errungenschaft mit gutem Gewissen empfehlen.

V

Die technische Analyse der Uhr mit automatischem Aufzug

von B. Humbert

Abraham-Louis Perrelet aus Le Locle, wird, um 1770, als Erfinder der Uhr mit automatischem Aufzug angesehen. Die Taschenuhr eignete sich aber für diese Aufzugsart schlecht. Das Aufkommen der Armbanduhr förderte die Entwicklung des automatischen Aufzuges, denn die am Handgelenk getragene Uhr ist ständigen Lagenwechseln ausgesetzt. Die Uhr mit automatischem Aufzug hat nicht bloss ihren Besitzer von der Sorge des täglichen Aufzuges befreit ; weil die Zugfeder der Uhr mit automatischem Aufzug beinahe ständig gleich gespannt ist, hat die Uhr am Handgelenk eine sehr grosse Präzision.
Der Aufzug wird durch eine halbkreisförmige Schwingmasse gewährleistet, die bei der geringsten Bewegung des Trägers hin- und herschwingt. Meistens dreht die Schwingmasse der Uhr mit automatischem Aufzug in der Werkmitte frei über der Werkfläche. In gewissen Kalibern ist der von der Schwingmasse durchlaufene Winkelweg auf ungefähr 120 Grad beschränkt. In der Mehrzahl der Uhren mit automatischem Aufzug ist der Winkelweg der Schwingmasse unbegrenzt ; sie kann in beiden Richtungen um 360 Grad oder mehr drehen und erhält dann die Benennung Rotor oder Läufer. Zur Leistungssteigerung besteht die Schwingmasse sehr häufig ganz oder teilweise aus Schwermetall, ohne Vergrösserung oder Verdickung ihrer Abmessungen.

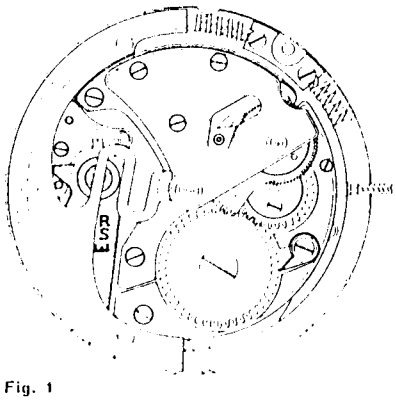


Fig. 1

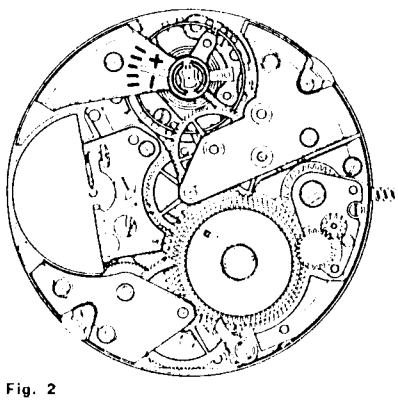


Fig. 2

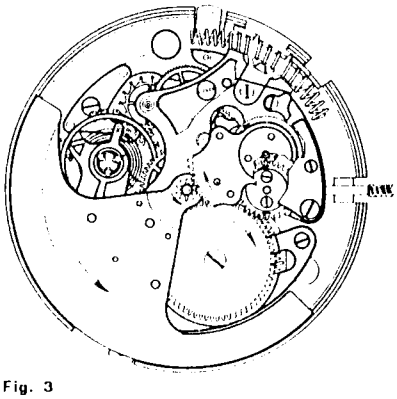


Fig. 3

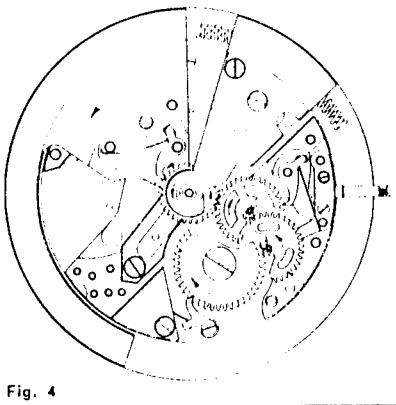


Fig. 4

Die Lagersysteme der Schwingmasse sind unterschiedlich. Die Masse ist häufig auf einer Welle befestigt und dreht in Lagern aus Rubin, Hartmetall oder Kupferberyllium; in andern Modellen trägt die Schwingmasse Lager, wobei die Lagerwelle auf dem Uhrwerk befestigt ist. Andere Konstrukteure lassen die Schwingmasselagerung in Kugellagern drehen. Einige Fabrikanten schützen die Lager der Schwingmasse gegen starke Schläge, indem sie entweder das Zentrum der Schwingmasse durch einen elastischen Arm mit dem Reifen verbinden (Fig. 1) oder aber die Lagerung der Schwingmasse auf einem federnden Organ befestigen. Die Mehrheit der ersten, serienweise hergestellten Uhren mit automatischem Aufzug, Zentrumsekunde und Werkdurchmessern von 26 bis 29 mm hatten Höhen von 5,50 bis 6 mm. Zur Verminderung der Höhe der Uhren mit automatischem Aufzug schufen erfinderische Konstrukteure Kaliber mit dezentriertem Rotor, der in die Werkdicke versenkt ist (Fig. 2). Diese Kaliber haben Werkhöhen von 4,10 mm und 4,20 mm. In andern Kalibern verlagert sich die Schwingmasse frei auf einem Aussenkugellager oder ihre Lagerung ist etwas aus der Werkmitte und von der Zentrumsekunde weggerückt, wodurch die Lagerwelle der Schwingmasse in das Werkinnere versetzt werden kann.

Die Höhe bestimmter moderner Kaliber mit automatischem Aufzug und Zentrumsekunde, deren Schwingmasse in der Werkmitte dreht, überschreitet 4.50 mm nicht.

Zudem bestehen zur Zeit mehrere Kaliber von Uhren mit automatischem Aufzug für Damen.

ÜBERTRAGUNG DER BEWEGUNG DER SCHWINGMASSE AUF DAS FEDERHAUS

Die Kaliber mit Schwingmasse mit begrenzter Verlagerung, deren Drehung den Aufzug nur in einer Richtung bewirkt, zeigen verschiedene Ausführungen. Hier seien deren zwei erwähnt :

Die Schwingmasse trägt ein Rad oder Trieb, das in ein Rad oder in ein Segment einer Klinkenträgerwippe eingreift. Dreht die Schwingmasse in der Aufzugsrichtung, so treibt ein auf dem Rad oder der Wippe drehender Sperrkegel ein kleines Sperrad mit dreieckigen Zähnen an, dessen starr verbundenes Trieb in das Sperrad oder in das Kronrad eingreift (Fig. 3). Beim Zurückdrehen der Schwingmasse gleitet der Schnabel der Klinke über die dreieckigen Zähne des kleinen Sperrades, während ein zweiter Sperrkegel, der auf der Räderwerkbrücke gelagert ist, das Zurückdrehen des kleinen Sperrades mit dreieckigen Zähnen verhindert.

In andern Modellen ist das Rad oder die Klinkenträgerwippe durch ein Untersetzungsgetriebe ersetzt, dessen letztes Trieb in das Sperrad oder in das Kronrad eingreift. Wird die Schwingmasse in der Aufzugrichtung betätigt, so treibt eine Antriebs- oder Spannklinke auf der Schwingmasse das erste Rad des Untersetzungsgetriebes an, das in der Werkmitte dreht. Bei betätigtem Getriebe treibt das Trieb des letzten Organes das Sperrad oder das Kronrad an, deshalb erfolgt der Aufzug (Fig. 4). Beim Zurückdrehen der Schwingmasse gleitet die Spannklinke auf der Schwingmasse über die Zähne des Rades, während eine Sperrklinke, deren Schnabel mit der Zahnung eines Rades des Untersetzungsgetriebes in Berührung steht, den Rücklauf des Automatenräderwerkes verhindert.

In der Mehrzahl der Kaliber, bei denen der Winkelweg der Schwingmasse unbegrenzt ist (Rotor), erfolgt der Aufzug in beiden Drehrichtungen. Auch hier kennt man verschiedene Ausführungen, von denen drei erwähnt seien :

Oft wird die Bewegung der Schwingmasse durch ein Unter-

setzungsgetriebe auf das Federhaus übertragen. Damit sowohl die Rechts- wie die Linksdrehungen der Schwingmasse auf den Aufzug wirken, muss in das Untersetzungsgetriebe ein Bewegungsgleichrichter eingeschaltet werden. Meistens besteht er aus einer kleinen Wippe, genannt Wechsler, auf welchem zwei Wechslerräder drehen, von denen das eine in das erste Rad auf der Schwingmasse eingreift. Dreht der Rotor in einer Richtung, so wird der Wechsler durch den tangentialen Druck der Zähne des ersten Rades gegen diejenigen des eingreifenden Wechslerrades leicht verlagert, so dass das Wechslerrad direkt in das zweite Rad des Untersetzungsgetriebes (Fig. 5) eingreift, deshalb erfolgt der Aufzug.

Dreht die Schwingmasse in der andern Richtung, so wird der Wechsler durch den tangentialen Druck der Zähne des ersten Rades gegen diejenigen des ersten Wechslerrades leicht verschoben ; das erste Wechslerrad entfernt sich vom zweiten Automatenrad, während das zweite Wechslerrad in dieses Automatenrad eingreift und zufolge des Zusatzorganes (zweites Wechslerrad) in der gleichen Richtung antreibt (Fig. 6), wie wenn der Rotor in der Gegenrichtung dreht.

In andern Kalibern erfolgt die Bewegungs - Gleichrichtung für den Aufzug bei Rechts- oder Linksdrehung des Rotors durch zwei, meistens gleichartige Klinkenräder ; diese Räder bilden einen Teil des Automatenräderwerkes. Jedes Rad trägt eine Klinke (manchmal zwei) und dreht frei auf der Welle eines Triebes, das ein kleines Klinkenrad mit dreieckigen Zähnen trägt. In der einen Rotordrehrichtung treibt die Klinke des ersten Rades das Klinkenrad an, dessen Trieb in ein Organ des Automatenräderwerkes eingreift und den Aufzug bewirkt, während die Klinke des zweiten, umgekehrt gedrehten Rades sich von den Zähnen des Klinkenrades entfernt oder je nach Ausführung, darüber hinweggleitet (Fig. 7). Dreht sich der Rotor im andern Sinne, so treibt die Klinke des zweiten Rades ihr Klinkenrad an, dessen Trieb in ein Organ des Automatengetriebes eingreift und es in der gleichen Richtung dreht wie vorgängig, deshalb erfolgt der Aufzug, während die Klinke des ersten Rades aus den Zähnen des Klinkenrades ausrückt oder darüber hinweggleitet (Fig. 8).

In einer dritten Ausführung ist ein Nocken in Herzform auf der Schwingmasse befestigt ; dieser Nocken betätigt während der Drehung der Schwingmasse in beiden Drehrichtungen eine Wippe mit zwei Klinken. Die Schnäbel dieser Klinken stehen in Berührung mit einem Rad mit dreieckigen Zähnen, dessen Trieb in das Kronrad eingreift. Die Klinken sind derart auf der Wippe angeordnet, dass der Vorschub der einen den Rücklauf der andern bewirkt. Verlagert sich der Rotor in der einen oder andern Richtung, so treibt die eine Klinke das Rad mit dreieckigen Zähnen an, deshalb Aufzug, während die andere Klinke über die dreieckigen Zähne des Rades gleitet (Fig. 9) ; bei der Weiterdrehung des Rotors werden die Rollen vertauscht, die zurückgewichene Klinke treibt das Rad an, während die andere Klinke ihrerseits zurückgleitet.

VORRICHTUNGEN ZUR VERHINDERUNG DER ÜBERSPANNUNG DER ZUGFEDER

Zur Verhinderung der Überspannung der Zugfeder ist das äussere Ende der Zugfeder in den meisten Kalibern mit automatischem Aufzug an einem Zaum oder Schleppfeder angehängt, die gegen die Innenwandung der Federhaustrommel drückt. Die Dicke der Schleppfeder ist genau festgelegt, damit diese Feder im Federhausinnern gleitet, wenn die Zugfeder nahezu vollständig gespannt ist.

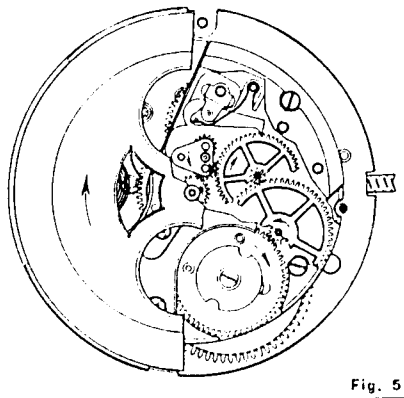


Fig. 5

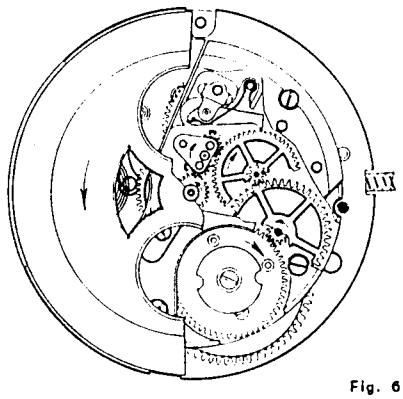


Fig. 6

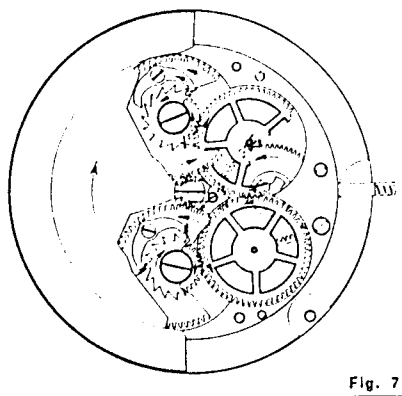


Fig. 7

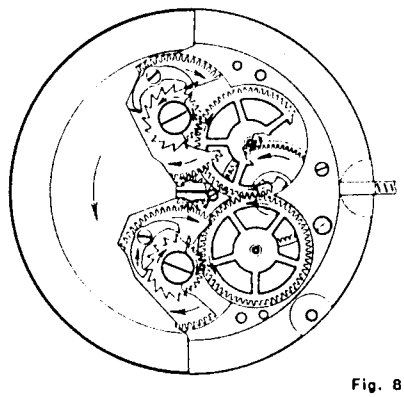


Fig. 8

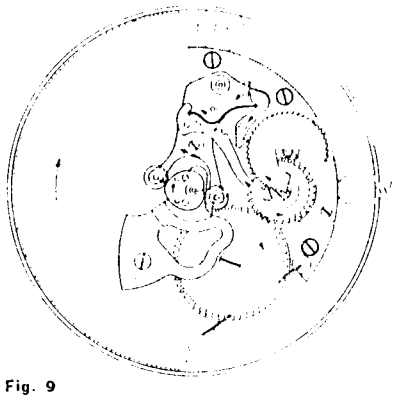


Fig. 9

In einigen Kalibern mit automatischem Aufzug ist keine Schleppfeder ; eine Sondervorrichtung verriegelt die Schwingmasse, wenn die Spannung der Zugfeder nahezu maximal ist, während sie wieder freigegeben wird, wenn beim Ablauf der Uhr die Zugfeder entspannt wird.

AUSKUPPLUNGSVORRICHTUNG

Nahezu alle Uhren mit automatischem Aufzug sind auch mit einer manuellen Aufzugsvorrichtung versehen, die nach einer Stillegung der Uhr über die Dauer der Gangreserve hinaus einen raschen Aufzug gewährleisten. Die Organe des automatischen Aufzuges, wie jene des Handaufzuges betätigen die Federwelle des Federhauses ; die Betätigung des einen treibt deshalb den andern unnötig an. Durch Einfügen einer Auskupplungsvorrichtung in jedes Getriebe wird dieser Nachteil behoben ; einige dieser Vorrichtungen sind äusserst sinnreich.

GANGRESERVEANZEIGER

Verschiedene Konstrukteure fanden es nützlich, die Uhr mit automatischem Aufzug mit einem Gangreserveanzeiger zur Angabe des Spannungsgrades der Zugfeder zu versehen. Der Besitzer der Uhr kann sich damit jederzeit von der Wirksamkeit der Vorrichtung des automatischen Aufzuges seiner Uhr überzeugen ; diese Angabe erfolgt entweder durch einen Zeiger, der sich über einem kleinen Zusatzzifferblatt verlagert oder durch eine Scheibe mit Zahlen, die in einem Fenster des Zifferblattes sichtbar werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Uhr mit automatischem Aufzug erfuhr beträchtliche Verbesserungen, sowohl in der Lagerung der Schwingmasse und ihrem Schutz, wie in der Bewegungsgleichrichtung für den Aufzug, damit der Rotor in beiden Drehrichtungen aufzieht. Die Leistung der Mechanismen des automatischen Aufzuges wurde verbessert, was den Raumbedarf für die Schwingmasse verkleinerte und die Konstruktion immer flacherer Kaliber erlaubte. Bestimmte Kaliber mit automatischem Aufzug sind mit einem Kalender versehen. Ein Uhrenkaliber mit automatischem Aufzug enthält zudem eine Weckervorrichtung.
Gegenwärtig ist die Uhr mit automatischem Aufzug genau, robust und funktionssicher und ihr Besitzer wird vollauf zufriedengestellt ; die automatische Uhr ist einer erfolgreichen Zukunft gewiss.

Entscheidende Verbesserungen der automatischen Uhr

Nr.7/1963

Während der letzten Jahre hat die automatische Uhr zwei parallel verlaufende Entwicklungstendenzen verfolgt:

1. Sie hat sich immer mehr durchgesetzt, und ihre Umsatzziffern haben sich im Vergleich zu denjenigen der nichtautomatischen Uhr beträchtlich erhöht.
2. Ihre Form verkleinert sich beständig, und die Gehäuse sind kaum dicker als diejenigen der nichtautomatischen Uhren. Es liegt auf der Hand, dass diese Entwicklung sich nicht ohne Risiken und Fehler vollziehen kann. Hier und dort konnte man feststellen, dass eine Uhrenfabrik ein automatisches Kaliber «extra flach» aus dem Verkauf zurückziehen musste. Weshalb diese Gefahren und Risiken? Aus nachfolgendem wird ersichtlich, welche prinzipiellen Verbesserungen hinsichtlich der Konstruktion und Fabrikation nötig sind, um aus der automatischen Uhr einen der elektronischen und elektrischen Uhr gleichwertigen Zeitmesser zu machen.

II. Welches sind die praktisch verbesserungsfähigen Fehler der automatischen Uhr?

Hier einige in der Praxis häufig anzutreffende Fehler:

1. Das Anfressen der Zugfeder an der Federhaustrommel. Dieser Fehler war einer der Gründe, dass Verkäufer und Publikum jahrelang der automatischen Uhr gegenüber negativ eingestellt waren. Die Ursachen sind:
   a) Ungeeignetes Material an der Reibfläche der Schleppfeder.
   b) Unruh zu schwer und träge, eine übermässig starke Zugfeder benötigend.

   Die Folgen der vorangehenden Fehler sind:
   a) Schwierigkeiten, die geeignete Schleppfeder herzustellen, welche nach 30 000 bis 40 000 Umdrehungen noch ihre volle Wirkung hat.
   b) Ansteigen des Kraftmomentes bis zum Anfressen der Zugfeder.
   c) Starke Gangschwankungen durch Prellen der Unruh.
   d) Schwierigkeiten und Zeitverlust; vielleicht ist es dem Uhrmacher sogar unmöglich, die Uhr zu reparieren.
2. Die schlechten Gangeigenschaften von verschiedenen Uhren sind meistens nur dem ungeeigneten Material zuzuschreiben. Wir hagen soeben das Problem des Federhauses angeführt und verweisen als typisches Beispiel auf Diagramm Abb. 1.

   Dieses Diagramm zeigt ein Federhaus, welches anfangs tadellos funktionierte, aber schon nach 10 000 Umdrehungen (dies entspricht einer Tragzeit von 500 Tagen, bei einer temperamentvollen Person, d. h. 24 Umdrehungen pro Tag) in sehr schlechtem Zustand war. Nur noch 5 Umdrehungen werden festgestellt; ein vermindertes Kraftmoment, und welcher enttäuschende Wirkungsgrad der Feder! Die Späne sind so gross und zahlreich, dass sie bei der Oeffnung am Federhausdeckel hinausgedrückt werden. Verschiedene Fabrikanten haben Kerben an die Innenwand der Federhaustrommel angebracht. Diese Lösung hat die Abnützung aber nicht vermieden, denn schon nach 3000 bis 6000 Umdrehungen übersteigt das maximale Gleitmoment Mo um 50 bis 70 %.
3. Im Zusammenhang mit dem verwendeten Material für Federhäuser zitieren wir noch das Problem des Fettes, welchem oft Disulfid-Molybdän beigemischt wird. Die Eigenschaften sind gut, wenn das Fett neu ist, aber unbrauchbar nach einigen tausend Umdrehungen. Der Hauptgrund des Versagens ist, dass das Disulfid-Molybdän kristallförmig ist und sich auf keine Art mit einem Fett verbindet. Durch den Druck der Zugfederklinge gegen die Federhaustrommel weicht das Fett der Klinge aus. Als Rückstand bleibt das Disulfid-Molybdän, welches sich mit den Spänen verbindet; somit gehen alle Schmiereigenschaften verloren.
4. Verschiedene Systeme sind kompliziert und haben sich beim Verkäufer und Uhrmacher noch nicht durchsetzen können. Eine durch ihre ausgezeichneten automatischen Kaliber bekannte Fabrik hat sich entschlossen, das GL-Federhaus (aus Aluminiumlegierung eloxiertes Federhaus) eher anzuwenden als ihre automatische Auskupplung, da diese dem Uhrmacher gewisse Schwierigkeiten bereitet.

Synoptische Tabelle

Angewandte Lösung	Richtige Lösung
Federhaus Messing ohne und mit galvanischem Belag **Unruhe mit Schrauben, schwer und träge**	**Federhaus Anticorodal mit anodischer GL-Schicht** **Erleichterte schraubenlose Unruh**
Konstruktion	
a) Schwingmasse schwer, Lagerung grosser Durchmesser, dadurch grosse Reibung. b) Das Gewicht der Masse sowie das Eingriffsverhältnis zwischen Masse und Sperrad müssen derart berechnet werden, dass keine Ueberbelastungen auftreten können. In diesem Falle kann weder der temperamentvolle noch der bewegungsarme Benützer berücksichtigt werden. c) Eingriff Federhaus Minutenrad oft ungünstig. Trieb mit kleiner Zähnezahl.	a) Schwingmasse leichter, kleinere Reibung. b) Bei einem temperamentvollen Benützer besteht keine Gefahr, den Aufzug zu überbeanspruchen. Das GL-Federhaus verträgt 80 000 Umdrehungen ohne Abnützung und Nachölen. c) Möglichkeit, einen Minutenradtrieb mit erhöhter Zähnezahl und kleinerem Modul zu verwenden, also besserer Wirkungsgrad des Eingriffes. Die GL-Schicht garantiert auch einen besseren Wirkungsgrad bei verminderter Reibung.
Aufzug	
a) Starke Zugfeder, Verhältnis $\frac{D}{e}$ 80 bis 95 zu schwach. b) Gangreserve unbeständig, schwach und unregelmässig in der Serie. c) Grosser Abfall des Kraftmomentes, ungefähr 20 % zwischen 0 und 24 Stunden.	a) Schwache und lange Zugfeder, Verhältnis $\frac{D}{e}$ 98 bis 105 sehr günstig. b) Grosse Gangreserve beständig, auch in der Serie. c) Schwacher Abfall des Kraftmomentes, 11 bis 15 % pro 24 Stunden.
Gang	
a) Starke Schwankungen der Schwingungsweite zwischen 0 und 24 Stunden, zwischen horizontaler und vertikaler Lage. b) Grosse Reibung an der Unruh (Zapfendurchmesser und Luftwiderstand gross). Isochronismus schlecht.	a) Regelmässige Schwingungsweite zwischen 0 und 24 Stunden, zwischen horizontaler und vertikaler Lage. b) Kleine Reibung an der Unruh (reduziertes Gewicht, Zapfendurchmesser kleiner, aerodynamische Form, Isochronismus gut, Lagen-Feinstellung begünstigt.
Anwendung	
a) Ein guter Gang ist nicht garantiert für temperamentvolle Benützer (Prellgefahr) und für bewegungsarme Benützer (Aufzug ungenügend). Reparaturanfällig. b) Empfindlich gegen Stösse (Schwingmasse und Unruh).	a) Beständiger Gang für alle Benützer. Eine Ueberbeanspruchung des Aufzuges ist nicht zu befürchten. Keine Reparaturen seitens des Federhauses zu erwarten. b) Unempfindlicher gegen Stösse.

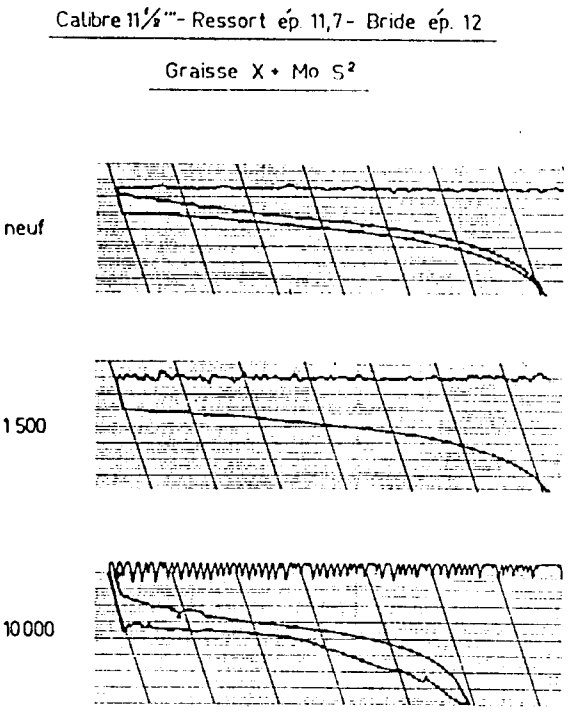


Fig. 1. Diagramme de ressort avec bride attenante, barillet en laiton sans revêtement et graisse au bisulfure de molybdène. Grippement après quelques milliers de tours de glissement.

Federdiagramm mit Schleppfeder; Messingfederhaus ohne Überzug, jedoch mit Molybdän-Disulfid geschmiert. Festfressen nach einigen tausend Gleitumgängen.

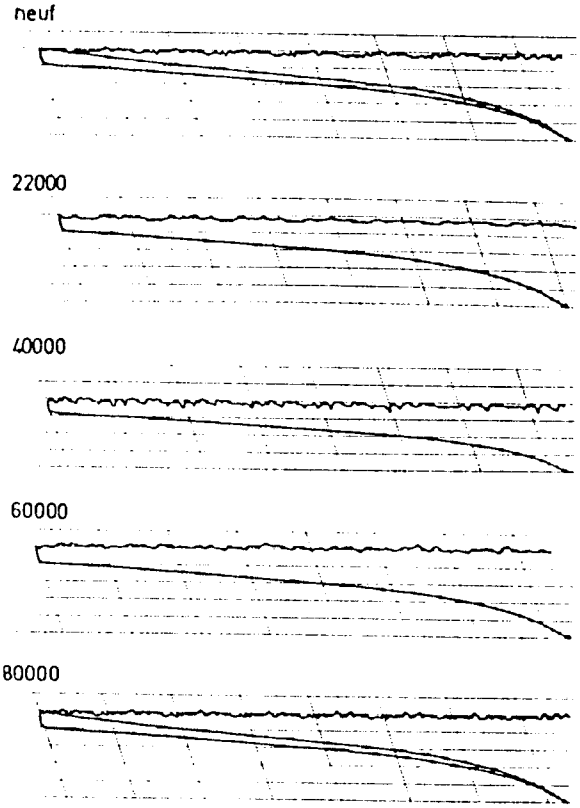


Fig. 2. Diagrammes de glissement d'un barillet GL. Vitesse d'essai 5/6 de tour par seconde. Cal. 11½‴ 1673 AS. Résultats excellents.

Gleitdiagramme eines GL-Federhauses. Geschwindigkeit des Versuches 5/6 Umdrehungen pro Sekunde. Kaliber 11½‴. Hervorragende Ergebnisse.

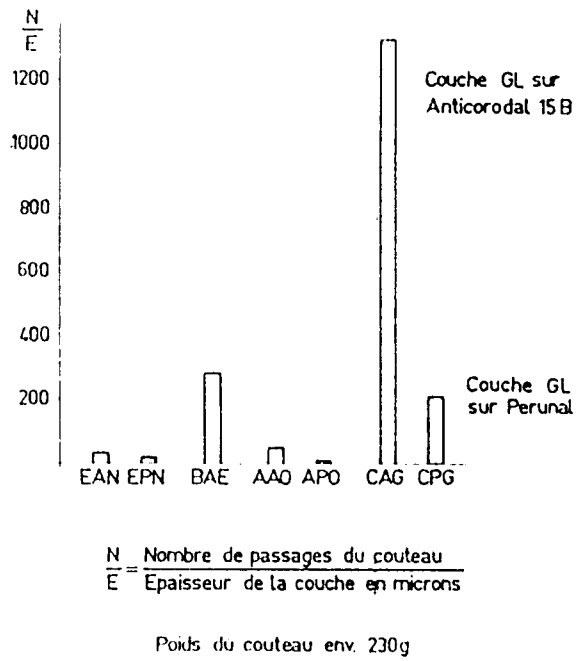


Fig. 3. Test de résistance au frottement de la couche anodique mettant en évidence la haute résistance au frottement obtenue avec la couche GL sur Anticorodal 15B par rapport aux autres procédés connus et testés sur l'Anticorodal et le Perunal.

N Anzahl des Messerdurchganges
E Schichtdicke in μ

Test des Reibungswiderstandes der anodischen Schicht. Dabei ist der hohe Reibungswiderstand der GL-Schicht auf dem Anticorodal 15B, im Vergleich zu anderen bekannten Verfahren, die auf Anticorodal und Perunal geprüft wurden, klar ersichtlich.

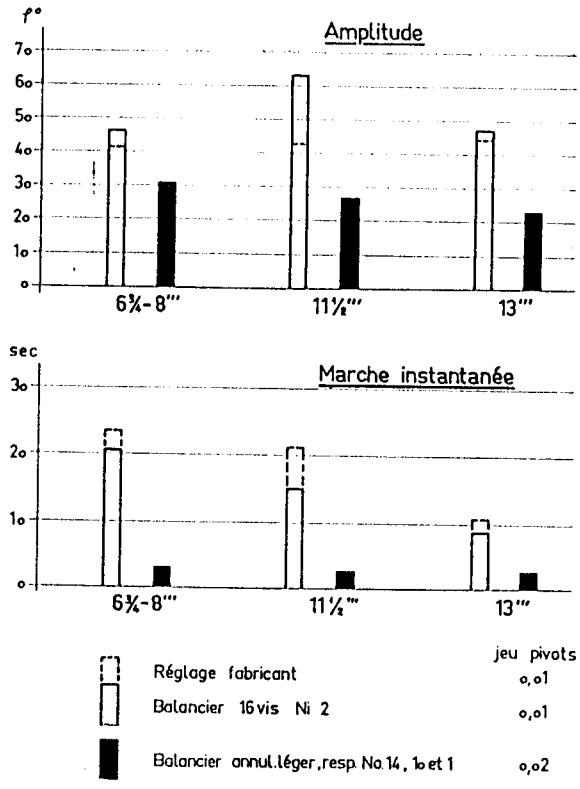


Fig. 4. Les écarts de marche et d'amplitude entre 0 et 24 heures sont améliorés par un balancier allégé (colonnes noires).

Schraubenlose Unruhe. Die Amplituden- und Gangabweichungen zwischen 0 und 24 Stunden werden durch eine leichtere Unruhe verkleinert (schwarze Säulen).

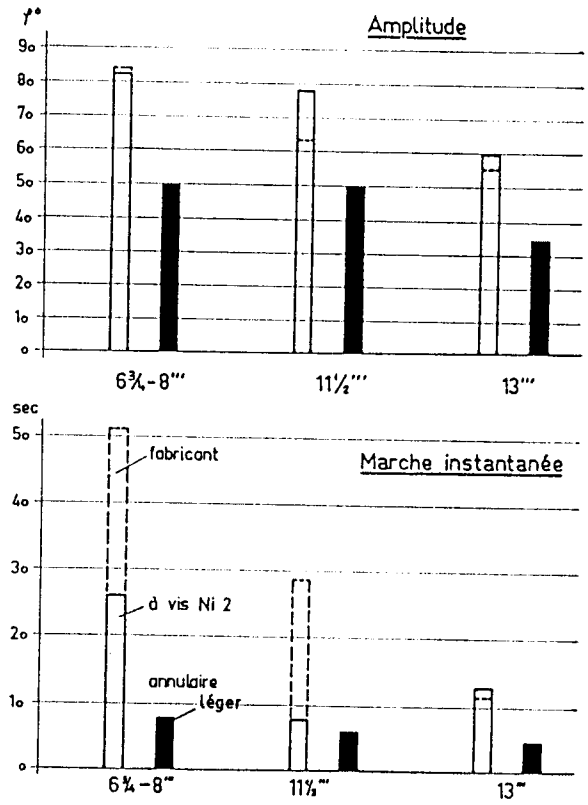


Fig. 5. Les écarts de marche et d'amplitude entre le plat et le pendu sont améliorés par un balancier allégé (colonnes noires).

Die Amplituden- und Gangabweichungen zwischen der flachen und hängenden Lage werden durch eine leichtere Unruhe verkleinert (schwarze Säulen).

III. Konstruktionsrichtlinien

Aus der synoptischen Tabelle können wir folgende Richtlinien entnehmen:

1. Verminderung der Reibung durch Verwendung eines Aufzugsmotors, der weniger Energie braucht und dadurch eine leichtere Schwingmasse erlaubt. Die Anwendung eines für die Funktion der Schleppfeder geeigneten Materials darf — obwohl das System mechanisch nicht einwandfrei ist — doch als die einfachste und begehrteste Lösung angesehen werden. Als Beispiel (Abb. 2) sei ein Diagramm einer Nivaflex-Feder mit geschweisster Schleppfeder, Federhaus GL, Federhaustrommel mit einem stabilisierten Fett geschmiert, Kaliber 11½‴, gezeigt.
   Hier einige Hinweise für den Konstrukteur, der die Absicht hat, das Federhaus mit GL-Schicht zu verwenden. Die Al-Legierungen mit Kupfer- und Zinkgehalt, d. h. Avional und Perunal, eignen sich nicht. Einzig ist Anticorodal 15 B zu verwenden (siehe Abb. 3). Das Institut Straumann, Waldenburg, gibt Auskunft über die Bearbeitung dieses Materials.
2. Die Reibungen im Aufzugsmechanismus und im Federhaus werden auch durch geeignete Fette vermindert. Genannt seien die Spezialschmiermittel Glissalube A und B und ein neues Fett für Aufzugsmechanismen, Kalender- und Kleinapparate, welches von der Firma Moebius & Fils S. A., Allschwil, entwickelt wurde. Versuche ergaben sehr gute, gegen Abnützung wirksame Schmiereigenschaften.
3. Verminderung der Reibung durch leichtere Unruh, auch wenn dabei das Trägheitsmoment reduziert wird. Verbesserungen des Isochronismus sind ersichtlich auf Abb. 4 und 5. Die Verbesserung ist überzeugend und stellt das Gesetz «Grosses Trägheitsmoment erleichtert die Feinstellung» in Abrede.

Verschiedene Versuche erlauben folgende Schlussfolgerung: Eine leichte Unruh hat durch äussere Einflüsse grössere Schwankungen in den Schwingungsweiten als eine schwere, aber diese Schwingungsweiten-Variationen sind isochroner mit der leichten Unruh.

4. Der Vorteil einer grossen Gangreserve garantiert nicht nur einen guten Isochronismus mit der leichten Unruh, sondern verhindert noch das spontane Gleiten der Schleppfeder. Ist das Verhältnis des inneren Durchmessers der Federhaustrommel durch die Federdicke $\frac{D}{e}$ genügend hoch, so ist spontanes Gleiten wenig zu befürchten.

Dieses sind die Richtlinien zu einer wesentlich entscheidenden Verbesserung der automatischen Uhr.

IV. Teile des automatischen Aufzuges mit anodischer GL-Schicht

Es ist selbstverständlich, dass die Reibungen nicht nur an Federhaus und Unruh vermindert werden müssen, es gibt noch andere Teile, wo ein besserer Wirkungsgrad erzielt werden kann (Aufzugsräder, Sperrklinke). Als Beispiel können folgende Bestandteile genannt werden: Friktionsräder eines automatischen Aufzuges und Kupplungsteile mit Breguetverzahnung, die aus Anticorodal mit GL-Schicht hergestellt wurden.

V. Schwingungszahlen höher als 18 000 A/h

Eine ideale Schwingungszahl ist bis heute noch nicht bekannt, wenn überhaupt eine solche besteht. Es ist darauf zu achten, dass die an den Gangregler herangetragene Energie beträchtlich erhöht werden muss. Will man bei ein und derselben Unruh die Schwingungszahl von 2,5 Hz auf 3 Hz, d. h. von 18 000 auf 21 000 A/h erhöhen, benötigt man 1,7mal mehr Energie. Der Rauminhalt, über den man verfügt, um diese Energie im Federhaus zu speichern, ist aber nicht 1,7mal grösser geworden, er bleibt derselbe. Praktisch gibt es nur einen Weg zur Abänderung eines bestehenden Kalibers, und zwar dieselbe Zugfeder, um dieselbe Gangreserve zu erhalten, die Zähnezahl des Räderwerkes und das Trägheitsmoment der Unruh zu ändern (d.h. Aenderung des Durchmessers und der Masse). Der Durchmesser einer Unruh mit Schlagzahl 21 000 A/h kann nur berechnet und durch genaue Versuche ermittelt werden, ansonst man in den alten Fehler verfällt, der darin besteht, bloss die Zugfederdicke zu verstärken, um die Schwingungsweite zu erhöhen.

GEORG SCHINDLER

Die Automaticuhr in Verkauf und Werkstatt

Mehr wissen – leichter verkaufen!

„Automatik" wurde das Zauberwort des letzten Jahrzehnts. Automatikschaltungen sind heute in unseren Radio- und Fernsehgeräten schon zu einer *selbstverständlichen* Einrichtung geworden. Sie nehmen dem Benutzer manchen Handgriff ab und sorgen für ungestörten Empfang wie beispielsweise die Schwundregelung, die Störunterdrückung und die Bildgrößenautomatik bei Fernsehgeräten.

Die Aufgabe einer Automatik besteht grundsätzlich darin, bestimmte Steuer- und Regelvorgänge *selbsttätig ohne menschliche Hilfe* ablaufen zu lassen. Die Automatik arbeitet dabei schneller und zuverlässiger als der Mensch. Immer aber arbeitet sie streng nach dem vorgegebenen Programm. Ein „gefühlsmäßiges" Handeln bleibt dem Menschen vorbehalten.

Die Automatic-Uhr, die Armbanduhr mit Selbstaufzug, kommt diesem Trend zur Automatik entgegen. Man sollte sich dieser gebotenen Möglichkeit bedienen und auch die Werbung mehr als bisher darauf einstellen. Unser Käuferpublikum ist heute an der Technik interessiert und es gilt, die technischen Vorzüge der Automatic *der Kundschaft ins rechte Licht* zu setzen. Hier noch eine kurze Bemerkung zum Wort Automatic-Uhr für die Selbstaufzuguhr: Dieses Wort Automatic – mit c am Ende geschrieben – ist ein international bekanntes Wort, ja mehr noch ein Begriff für die Käuferschichten vieler Völker geworden und man sollte es auch in der deutschen Sprache als Fremdwort anführen. Das Wort „Selbstaufzuguhr" erklärt zwar manches, ist aber keineswegs werbewirksam! Gerade wir Deutschen als Angehörige eines Volkes der Mitte Europas, gewissermaßen am Schnittpunkt der Verkehrsverbindungen zwischen Ost und West und gleichermaßen Nord und Süd sollten viele solcher international bekannter Wortbegriffe in unsere Sprache aufnehmen – zum Nutzen unseres Handels und im Sinne der Völkerverständigung!

Mehr wissen: „Wie wird die Automatic getragen?"

Der Uhrmacher verkauft in seinem Fachgeschäft mit der Uhr zunächst einmal „genaue Zeit", zugleich aber liefert er seinem Kun-

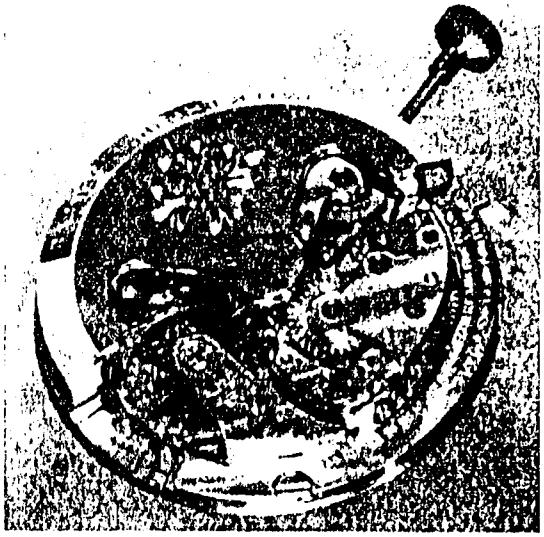


Abbildung 1: Das Gesicht der Automatic. Diese Präzisionsuhr besitzt keinen Rücker, die Feinstellung erfolgt mittels verstellbarer, 8 kleiner Massenröllchen am Umfang der großen einmetallischen Unruh (Werkbild: PATEK PHILIPPE, Genf)

den ein technisch sehr kompliziertes Feingerät, das von den Armbewegungen seines Trägers betrieben wird. Da der Aufzug der Automatic durch die Bewegungen eines Menschen erfolgt, müssen bei dieser Aufzugsart eben die Gewohnheiten dieses Menschen *mit berücksichtigt* werden. Fast ist man versucht zu sagen, der Uhrverkäufer müßte wissen, wie der künftige Uhrbesitzer lebt!

Bekanntlich ist für die Gangreserve die Dauer der Nachtruhe maßgebend, in der die Uhr verbleibt. Die Tragzeit ist maßgebend für das Gangverhalten der Uhr, d. h. wann erreicht die Automatic ihren Vollaufzug, und der Gleitzaum beginnt zu gleiten. Die Aufzugzeit ist tatsächlich weniger von der Konstruktion des Uhrwerks, sondern *mehr von der Bewegungsintensität des Uhrträgers abhängig.* Die Lebensgewohnheiten der Uhrträger sind sehr verschieden und es ist erwiesen, daß sich ein und dieselbe Automatic in Bezug auf Aufzug und Gangreserve verschieden verhält, je nachdem von welcher Person sie getragen wird.

Die Gangleistungen der Automatic ergeben sich aus der Spannung der Zugfeder. Je nach Beständigkeit und Unbeständigkeit des Aufzuges weisen Automatic-Uhren im Gebrauch *sehr verschiedene Gänge bei verschiedenen Personen* auf! Für den Verkäufer solcher Uhren heißt das, den Kunden genau darüber aufklären und wenn möglich kennen! Das Persönliche des Kaufs und Verkaufs solcher Uhren ist damit, mehr als man ahnen kann, umschrieben. Seinen Stammkunden sollte man kennen und jedes Fachgeschäft wird sich bemühen, eine Stammkundschaft heranzuziehen.

Ist das kein Gegengewicht gegen den Uhrenhandel über das Warenhaus und die Versandgeschäfte? Es gilt darum: *„Mehr wissen, mehr verkaufen!"*

Mehr wissen über die Technik!

Welches sind die besonderen Merkmale der Automatic-Konstruktionen und wo sind ihre schwachen Stellen? Wie steht es mit dem Service und der Reparatur, wie sind die Baugruppen zugänglich? Läßt sich die Automatic leicht abspannen, wie steht es mit dem Rückerzeiger? An besonderen Merkmalen, charakteristisch für die Technik dieser Uhren, werden zu nennen sein:

Die *außergewöhnlich niedrige Gangabweichung* von $5–10^{-5}$, das heißt 4 bis 5 Sekunden pro Tag bei guten Armbanduhren!

Die *Gangreserve bei Vollaufzug* – sie soll möglichst groß sein, damit die Armbanduhr lange ohne Selbstaufzug gehen kann;

die *Konstruktion des Gleitzaumes* – der Rutschkupplung also, welche der Feder gestattet, im Innern der Federhaustrommel zu gleiten, wenn die Feder bis zu einer halben Windung aufgezogen ist. Es gibt auch Konstruktionen, wo der Zaum erst gleitet, wenn die Feder ganz gespannt ist. Auf alle Fälle muß die Gefahr des Prellens beseitigt werden! Das Drehmoment wird mit dem Gleitzaum durch Reibflächen übertragen und somit sind das Gleitmoment und das Haftmoment nur von der Reibung zwischen der Schleppfeder und der Innenwand des Federhauses abhängig. Man kann dabei annehmen, daß Feder und Federzaum mit der Zeit ihre Elastizität einbüßen, und daß die Bauweise dieser Rutschkupplung einer besonderen Beachtung bedarf einerseits bei der Konstruktion und andererseits bei der Qualität des Zaumes;



Abbildung 2: Automatic-Werk 11½‴, Werkhöhe: 4,6 mm, Schweizer Ankerhemmung, leicht montierbares Kaliber mit gut einsehbarer Gangpartie. 25 Funktionssteine, alle Laufwerk- und Automaticräder in Steinen gelagert. Leichte Unruh mit hohem Trägheitsmoment, stoßgesichert

der *Automatteil,* der aus Automat-Gestell, Aufzugsgetriebe und Schwingmasse zusammengesetzt ist. Bei allen Uhrkalibern werden als Antriebsysteme das „Pendel"- und „Rotor"-System mit beiderseitigem Aufzug heute fast ausnahmslos angewendet. *Pendelschwingmassen* haben eine Achse und eine Aufzugklinke mit Feder, die in ein Zentrumsrad greift. Bei der Bewegung des Schwungpendels schiebt die Klinke das Zentrumsrad um einige Zähne weiter und spannt die Zugfeder. Eine Sperrklinke sperrt die Zugfederspannung bei der Rückwärtsbewegung des schwingenden Pendels.

Rotor-Schwingmassen mit Lager befinden sich auf den im Werk bzw. Gestell befestigten Achsen. Das Zentrumsrad ist mit dem Rotor fest verbunden, eine Aufzugklinke entfällt. Immer handelt es sich beim Selbstaufzug um eine „kraftabgebende Maschine", die nach verschiedenen Konstruktionen ausführbar ist. Die Leistungsfähigkeit des Aufzugsmechanismus bestimmt die Schwere, besser die Leichtheit der Schwingmasse, d. h. bei großem Nutzeffekt eines guten Aufzuges kann eine kräftige Feder mit relativ leichter Schwingmasse aufgezogen werden. Die Schwingmasse sollte so leicht wie möglich sein bei einem sehr guten Mechanismus mit großem Nutzeffekt!

Untersuchungen über den Wirkungsgrad des automatischen Federaufzugs ergaben, daß man mit der Pendelschwingmasse (Zentralrotor) bessere Gangergebnisse erzielen kann. Flachere Kaliber erhält man jedoch mit dem exzentrischen *Planetenrotor,* der dem modischen Verlangen nach der flachen Armbanduhr entspricht. Für den Verkauf der Automaticuhr werden im allgemeinen interessieren

das *Antriebssystem* – die Bauhöhe der Uhr bestimmt sich damit;

die *Lagerung der Schwingmasse* – Kugellager, Steinlager;

die *Anzahl* der bewegten Teile;

die *Trennmöglichkeit* des eigentlichen Automatteils vom eigentlichen Uhrwerk, d. h. ob die Uhr „servicefreundlich" ist oder nicht;

das *Verhältnis Kraftmoment* des Federhauses/Drehmoment der Schwingmasse d. i. $\frac{M_F}{M_S}$ als Wertmesser für die Leistungsfähigkeit des Selbstaufzugs.

Größenverhältnis Federhaus und Unruh:

Beide so groß wie möglich, d. h. lange dünne Zugfeder und leichte schraubenlose Unruh mit großem Durchmesser. Die schraubenlose Ausführung ermöglicht es bei gleichzeitiger Verringerung des Gewichts, die Hauptmasse der Unruh, den Reifen so weit von ihrer Achse zu entfernen, wie es der zur Verfügung stehende Raum gestattet;

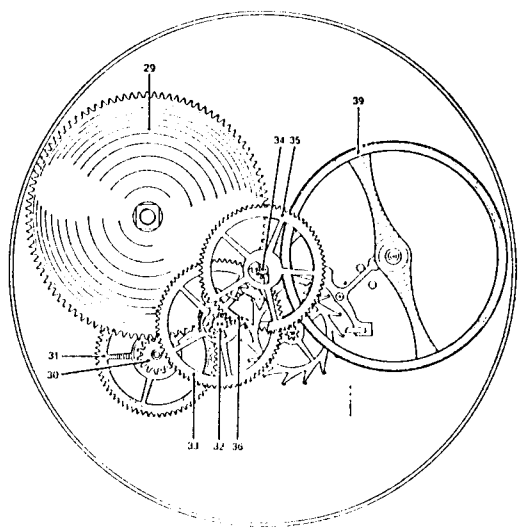


Abbildung 3: Werkansicht einer Automatic mit großem Federhaus und großem Unruhdurchmesser (nach einer ETERNA-Zeichnung)

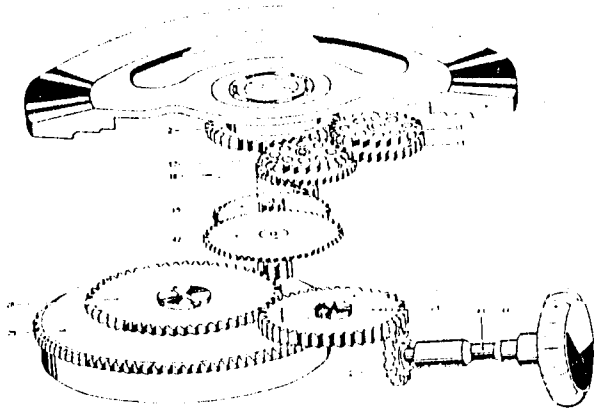


Abbildung 4: Automatischer Aufzug der ETERNA-Automatic (schematisch)

klarer, einfacher und funktionssicherer Aufbau mit Handaufzug des Gehwerks und Zeigerstellvorrichtung, wirkungsvoller Ankerhemmung;

gute Gangleistung bezogen auf die Preislage, im einzelnen Uhrgang bei 20° und Zifferblatt oben, durchschnittlicher Gang bei waagerechter Unruhachse, Temperatureinfluß, maximaler Isochronismusfehler und maximaler Lagenfehler (Schwerpunkt?).

Zur allgemeinen Beurteilung einer Automatic-Armbanduhr gehören noch Art und Größe des Uhrkalibers und die Zahl der Funktionssteine, die Stoßsicherheit und die Fugendichtigkeit des Gehäuses.

Mehr wissen — die wichtigsten Verkaufsargumente

1. *Die Gangleistung:* Durch individuelle Feinstellung erzielt *nur* das Fachgeschäft bei der Automatic ein Höchstmaß an Ganggenauigkeit. Das sollte der Uhrmacher ausnutzen beim Verkauf. Vielleicht ist es sein wichtigstes Verkaufsargument!

2. *Das Gebot der Mode:* Das Aussehen der Uhr wird von der Werkhöhe und der Gehäuseform sowie vom Edelmetall oder dem Edelstahl bestimmt. In zweiter Linie beeinflußt das Band das modische Gesicht der Automatic. Für das Kaliber gilt: Je mehr sich das Werk von der Scheibenform entfernt und der Linsenform nähert, desto eleganter und flacher wirkt die Uhr!

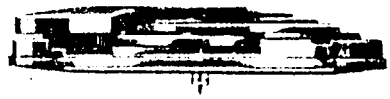


Abbildung: Beidseitig stark abgeschrägte Werkform ermöglicht sehr flache, elegante Gehäuse (Werkbild: Laco AG, Pforzheim)

3. *Sicherheit zuerst:* Stoßfanger, Unruh federnd gelagert, Zapfen federnd zentriert, Frischölung des Uhrwerks gegebenenfalls nach Überholung bei langer Lagerung im Geschäft. Letzteres unterscheidet den Uhrmacher-Kaufmann vom Nurkaufmann, er verkauft keine Ware, sondern ein Zeitmeßgerät, d. h. ein sicher die genaue Zeit anzeigendes Feingerät mit Garantie eines Fachmannes!

4. *Servicegerechte Konstruktion:* Erleichterung und Verbilligung der Instandsetzung und Revision durch übersichtliche und zugängliche Anordnung der Baugruppen wie Basiswerk, Automatteil und Gehäuse.

Wie sich heute alle Handaufzugsuhren von rückwärts abspannen lassen, sollte es möglich sein, dasselbe bei Automaticuhren zu tun, ohne den Automatteil abzunehmen. Ein *rationeller Reparaturservice* ist wichtig für den Uhrmacher, jeder Einkauf sollte nach diesem Gesichtspunkt vorgenommen werden und auch dem Käufer ist dieses Argument zu sagen!

5. *Erst Qualität, dann Preis:* In den bekannten Lehrbüchern der praktischen Verkaufskunde wird immer wieder darauf hingewiesen, daß man über den Preis zuletzt spricht. Zunächst soll man

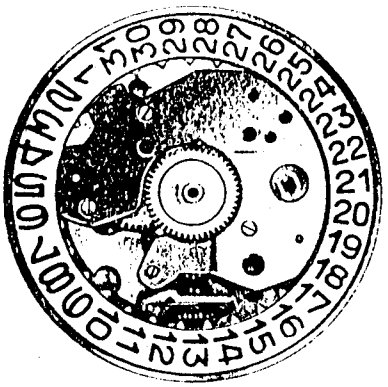


Abbildung 6: Automatic-Werk 11½‴, Werkhöhe: 4,75 mm mit Datumanzeige (Werkbild: Laco AG, Pforzheim)

dem Kunden die Vorzüge und die Leistungsfähigkeit der Automatic so überzeugend demonstrieren – auch hier kann ins Verkaufsgespräch die Zeitwaage „eingeschaltet" werden, daß sein Interesse an einer „guten" Uhr geweckt wird. Dann wird man auch über den Preis einig!

6. *Zuletzt und nicht immer der technische Steckbrief:* Nicht jeder Käufer wird mit objektiven technischen Angaben etwas anfangen können, dazu fehlt es oft an Verständnis. Für das Käuferpublikum interessant ist beispielsweise die Zahl der Funktionssteine, die Begriffe Vollankerwerk, Stiftankerwerk u. a., was er aus sogenannten Uhrentests erfahren hat. Das Federhaus und die Zugfeder, das Zusammenarbeiten des Automatenmechanismus mit dem Antriebsorgan kann erläutert werden.

Hier helfen die vorzüglich aufgemachten technischen Ratgeber und Reparaturhinweise mit ihren Bildern, die man solchen technisch besonders interessierten Kunden ruhig vorlegen sollte. Das bringt Achtung und hilft Vorurteile beseitigen!

7. *Das Garantieversprechen:* Es wird als selbstverständlich vorausgesetzt, daß der verantwortungsbewußte Fachmann sein Uhrenlager überwacht und pflegt. Reklamation durch Überlagerung (Ölfehler) gehen immer zu Lasten des Fachgeschäfts und damit des Rufes! Die Garantie umfaßt alle Schäden, die nicht durch Fahrlässigkeit des Eigentümers entstehen. Hier ist auf den Kundendienst (Service) und die Werkstatt hinzuweisen, die die Stärken des Fachgeschäfts im mörderischen Preiswettbewerb bleiben werden!

8. *Die Markenuhr:* Hier sei nur auf eines hingewiesen. Das Abgehen von den empfohlenen Preisen vergrößert die Gefahr, daß der Qualitätsgedanke zu kurz kommt und damit Preis und Qualität der Automatic auf einen unteren Wert nivelliert werden. Der Kunde kauft ja mit der Uhr auch den Service eines Fachgeschäfts.

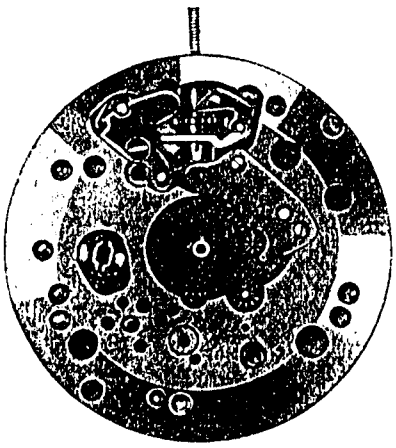


Abbildung 7: Zifferblattseite der Laco-Automatic-Kaliber 600. Die Abschrägung des Werkes ist auch hier ersichtlich und führt zu einer flachen Form der Armbanduhr (Werkbild: Laco AG, Pforzheim)

Im empfohlenen Preis liegen außerdem die Handelsspanne und der Service des Uhrmachers!

Zusammenfassend sollte man beim Verkauf einer Automatic wissen:

Unser Kunde will Qualität, d. h. mit seiner neuen Uhr „genaue Zeit" kaufen.

Er will gut beraten sein, nicht von einem Laien oder von einer Ladenhilfe, sondern von einem Fachmann, von einem Uhrmacher.

Der Käufer will ein Zeitmeßgerät in modischer Aufmachung erwerben, auf dessen Besitz er stolz sein kann und das seinem Geltungsstreben entspricht.

Der Käufer kauft mit der Uhr auch den Service eines Fachgeschäfts.

Die nunmehr erreichte serienmäßige Herstellung von Armband-Chronometern mit Gangschein, die Vollkommenheit einzelner Automatic-Konstruktionen und die neuesten Schöpfungen auf dem Gebiet der elektrischen Armbanduhr bezeugen, daß die Entwicklung weitergegangen ist und weitergeht.

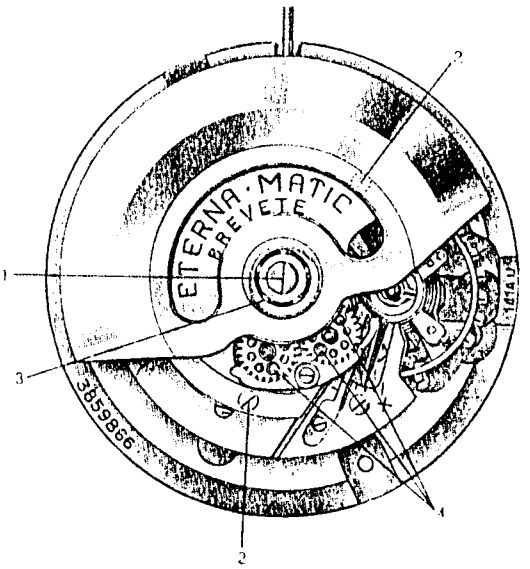


Abbildung 8: Der Automatteil ist nach Lösen von zwei bzw. drei Schrauben leicht vom Uhrwerk (Basiswerk) abzunehmen. 1 = Zentrale Schraube im Kugellager, 2 = Schrauben für Automatteil, 3 = Kugellager, 4 = Zapfen von Klinkenrad (Werkbild: ETERNA SA, Grenchen)

Die Zukunft gehört aber nicht der billigen Massenuhr, sondern dem hochwertigen Zeitmesser.

Das Problem der Reparatur komplizierter Automatic-Armbanduhren besteht, und das erfordert von allen, auch dem erfahrenen Meister, weiterzulernen, um handwerkliche Überlieferungen gepaart mit modernsten technischen Erkenntnissen und Arbeitsmethoden in seinem Geschäft anwenden zu können. Die große Verbreitung der Automaticuhren bringt es mit sich, daß der Uhrmacher immer häufiger in die Lage kommt, sie zu reparieren. Wenn er die verschiedenen Vorrichtungen und Arbeitsweisen nicht oder nur ungenügend kennt, können ihm Irrtümer unterlaufen, und er verliert auf alle Fälle kostbare Zeit, die er dem Kunden bei Ausführung der Reparatur nicht anzurechnen wagt. Später hierüber mehr!

Sch Ch. Schär . Pforzheim, Luisenstraße 35, Fernruf 5110
UHREN- UND SCHMUCKWARENGROSSHANDEL
Kienzle, Laco, u. a.

Der automatische Aufzug

SPIELEREI ODER
WIRKSAME VERBESSERUNG
DER MECHANISCHEN UHR?

Anfang dieses Jahrhunderts begann der Siegeszug der Armbanduhr. In den zwanziger Jahren kamen die ersten Armbanduhren mit Selbstaufzug auf den Markt. Der Initiator war der Engländer *Harwood*. Bei seiner Erfindung griff er auf eine Idee zurück, die schon von *Abram-Louis Perrelet* (1729–1826) an Taschenuhren verwirklicht wurde. Während nur wenige Taschenuhren mit automatischem Aufzug ausgestattet wurden, sind inzwischen viele Millionen Armbanduhren mit automatischem Aufzug verkauft worden.

Noch gibt es Vorbehalte. Manche scheuen vor der Reparatur zurück und verkaufen nur dann eine automatische Uhr, wenn sie verlangt wird. Andere sind sich nicht ganz im klaren, welche Bedarfsfälle der automatischen Uhr zuzuordnen sind. Dann sind ihre Argumente schwach und überzeugen nicht. Das sind *die hauptsächlichsten Verkaufshindernisse.* Noch eines wäre zu nennen: Die schlechte Automatic ist der größte Feind der Selbstaufziehuhr! Wir werden noch darauf zurückkommen.

Die automatische Uhr hatte Kinderkrankheiten zu überwinden. Von größerer Bedeutung sind jedoch zwei *grundverschiedene* Auffassungen:

1. Das *Bestreben*, mit Hilfe des automatischen Aufzugs die Gangleistungen der mechanischen Uhren zu verbessern.

2. Die *Automatic als Neuheit* aufzufassen. Ausnützung des Automatenrummels, auch auf dem Uhrengebiet. Weshalb viel von Präzision reden? Möglichst viel davon verkaufen! Wer weiß, was die Leute morgen verlangen! Also runter mit den Preisen! Sie dürfen kein Hindernis sein! „Du willst an der allgemeinen Automation teilnehmen? Das kannst du; sieh' das ist so billig!" (Nach uns die Sintflut).

Kann so das Fachgeschäft argumentieren – das Fachgeschäft, von dem man einen Service verlangt, solange die Uhr benützt wird?

Soll das Fachgeschäft sogenannte Anfangspreislagen führen? Hier kommt es in direkte Konkurrenz mit anderen Absatzwegen, die eine ganz andere Einstellung zur Uhr haben und die auch anders kalkulieren.

Kommen wir zurück auf den automatischen Aufzug als *leistungssteigerndes Element* der mechanischen Uhr! In den letzten 35 Jahren hat die mechanische Uhr bemerkenswerte Verbesserungen erfahren: Die Rohwerke sind genauer, gleichmäßiger geworden. Dadurch sind Kraftverluste zwischen Zugfeder und Hemmung stark vermindert worden. Die Zahnformen als solche wurden verbessert. Das wirkt in derselben Richtung. Die Zugfedern können dunner und länger bemessen werden. Der starke Kraftabfall zwischen Vollaufzug und abgelaufener Zugfeder wird dadurch vermindert. Die Zugfedern wurden unzerbrechlich.

Neue Erkenntnisse über die Hemmung und ebenfalls größere Präzision in der Herstellung derselben haben die *Voraussetzungen weiter verbessert.* Einen großen Beitrag leisten die Nivarox-Spiralfedern und die leichteren Unruhen. Bei den Spiralfedern wird der innere Ansteckungspunkt beachtet. Früher war das nur bei Präzisionsuhren der Fall. Die Uhren sind serienmäßig mit Stoßsicherungen ausgestattet. Das alles, mußte man hinzufugen, ohne daß die Verkaufspreise erhöht wurden, obwohl die Löhne und die Materialpreise stiegen; eine beachtliche Rationalisierungsleistung!

Nicht unerwähnt dürfen wir lassen, daß die Qualität der Uhrenöle *fortlaufend verbessert* wurde.

Dennoch bleibt die mechanische Uhr in einem gewissen Grad Schwankungen unterworfen – Schwankungen der Antriebskraft, die sich aus den verschiedenen Spannungszuständen der Zugfeder ergeben. Über diese Schwelle kommt man mit dem Handaufzug nicht hinweg. Die geschilderte Entwicklung weiterzuführen in Richtung auf eine größere Genauigkeit ist die Aufgabe, die *dem automatischen Aufzug vorbehalten* ist. Er ist bei der Dienstuhr, bei der Gebrauchsuhr angebracht, auf die man sich verlassen können muß, denn die automatische Uhr muß getragen werden, um zu funktionieren. Wenn der Träger bettlägerig ist, dann muß sie von Hand aufgezogen werden, sonst bekommt sie nicht genügend Aufzug. Das ist klar und *sollte* auch jedem Käufer gesagt werden.

Dem Fachmann sei gesagt, daß es mit dem automatischen Aufzug allein nicht getan ist. Die meisten Selbstaufzüge leisten ein Mehrfaches; sie ziehen die Uhr mehrmals am Tage auf. Sehr wichtig ist, daß die nicht benötigte Aufziehleistung abgeschaltet oder durch Nachgleiten der Schleppfeder im Federhaus beseitigt wird. Daß nicht zuviel und auch nicht zu wenig Energie vernichtet wird, darauf kommt es ganz entscheidend an. Und das muß *jahrelang einwandfrei funktionieren*, dann wird der Träger der Uhr begeistert von ihrer Genauigkeit sein, vorausgesetzt, daß das Grundwerk sorgfältig gefertigt wurde.

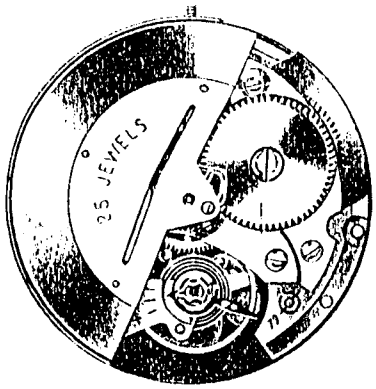
Für den Fachmann gibt es m. E. *nur eine Einstellung* zur automatischen Uhr, nämlich die soeben skizzierte und nicht die Einschätzung der Automatic als Neuheitenartikel. Auf dieser Basis läßt sich das Geschäft mit der Automatic so ausbauen, daß es allen Beteiligten Freude macht und nicht zu einer Geisel für die ganze Branche und einer Tragödie der verpaßten Gelegenheiten wird.

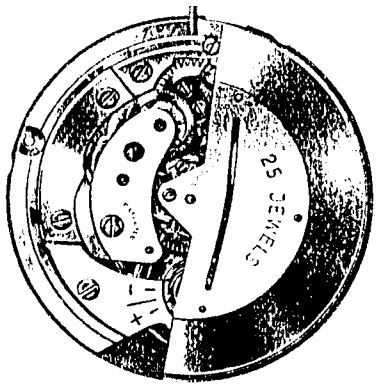
Sie können keine verantwortungsbewußte Qualitätsarbeit für ein Trinkgeld leisten. Die Industrie kann das auch nicht. Auch für sie gilt der Satz, daß alle mit Wasser kochen. Wo krasse Preisunterschiede vorkommen, handelt es sich nicht um vergleichbare Leistungen. Daraus resultiert gleich die nächste Frage: Ist es vertretbar, mit der automatischen Uhr Experimente zu machen? Bringt unser Fach genügend oft Neuheiten heraus, um eine populäre Neuheit aus Mißverständnissen heraus zum Spielball des Preiskampfes zu machen. Man darf nie vergessen: *Der größte Feind der Automatic ist die schlechte automatische Uhr!*

Steigende Kosten suchen ihren Ausgleich. Eine prozentuale Erhöhung der Handelsspannen ist mit Rücksicht auf andere Vertriebswege nicht möglich. Hier bleibt der Verkauf wertvoller Uhren *als einzige Lösung.* Nicht jeder kauft eine goldene Uhr. Aber mancher ist bereit, eine automatische Uhr zu kaufen und zu dem vorgefaßten Betrag noch etwas hinzuzulegen, wenn ihm der Kauf plausibel gemacht wird. Der Fachmann kann aber die Automatic nur dann empfehlen, wenn er überzeugt ist, daß er mit ihr Ehre einlegt. Wenn eine Uhr teuer war und genau geht, ist sie Anlaß zu Stolz. „Ich habe 'was angelegt und mir etwas Gutes gekauft!" Das hebt das Selbstbewußtsein und empfiehlt das Fachgeschäft weiter. Andererseits kann eine Uhr noch so billig gewesen sein, wenn sie nicht funktioniert, dann spielt das alles keine Rolle mehr. Der Kunde hat das Gefühl, schlecht bedient worden zu sein.

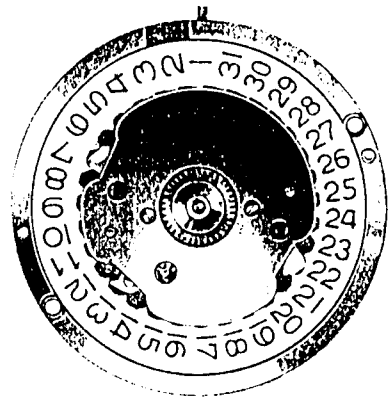
Neben der hier schon ausführlich beschriebenen und begründeten Qualitätsfrage hat *auch das reparierende Handwerk* Forderungen an die Konstruktion, Forderungen, die den Service betreffen:

Kal. 79 ohne Kalender

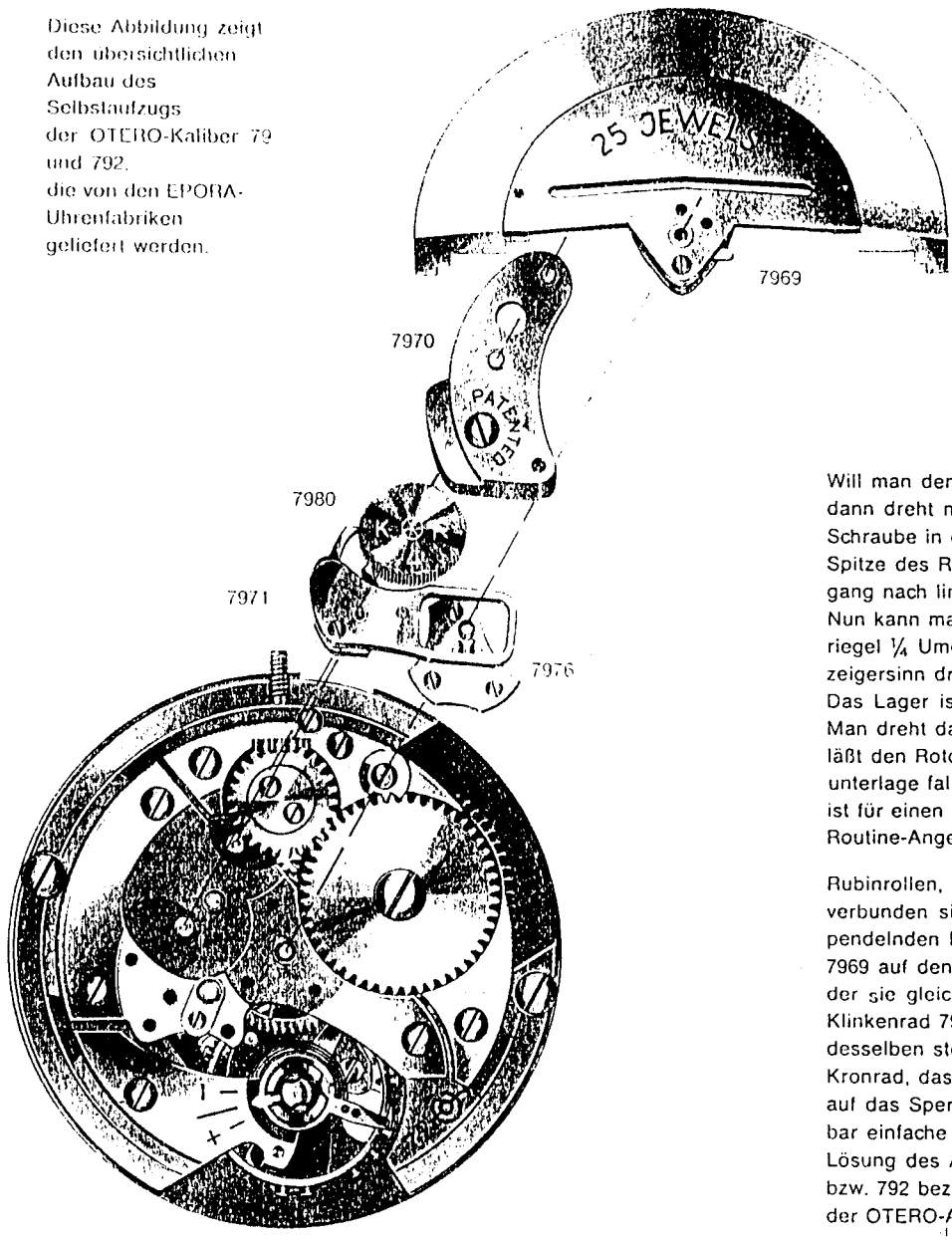




Kal. 792



Diese Abbildung zeigt den übersichtlichen Aufbau des Selbstaufzugs der OTERO-Kaliber 79 und 792, die von den EPORA-Uhrenfabriken geliefert werden.



Nur wenige bewegte Teile!

Will man den Rotor abnehmen, dann dreht man die kleine Schraube in der dreieckigen Spitze des Rotorlagers ½ Umgang nach links.
Nun kann man den Verschlußriegel ¼ Umdrehung im Uhrzeigersinn drehen.
Das Lager ist geöffnet.
Man dreht das Werk um und läßt den Rotor auf die Werkunterlage fallen. Alles andere ist für einen Uhrmacher eine Routine-Angelegenheit.

Rubinrollen, die mit dem Rotor verbunden sind, übertragen die pendelnden Bewegungen des Rotors 7969 auf den Schaltklinkenträger 7971, der sie gleichgerichtet auf das Klinkenrad 7980 überträgt. Das Trieb desselben steht im Eingriff mit dem Kronrad, das die Umdrehungen auf das Sperrad überträgt. Eine denkbar einfache und übersichtliche Lösung des Antriebs. Kaliber 79 bzw. 792 bezeichnen die Ausführung der OTERO-Automatic mit Schleppfeder

Übersichtliche Bauweise. Möglichst wenige bewegliche Teile – je mehr Teile, desto mehr Fehlerquellen! Die Möglichkeit, Arbeiten am Federhaus auszuführen, ohne das ganze Werk demontieren zu müssen; ein Grundwerk, von dem man genaue Gangleistungen erwarten kann. Bei der Kalenderautomatic ist es wichtiger, daß der Kalender jederzeit einwandfrei schaltet, als daß er einige Zehntel Millimeter niedriger ist. Das Uhrwerk braucht keine Luxusausführung. Sein Aussehen, seine Vollendung müssen der übrigen Qualität entsprechen.

Auf dieser Grundlage ist es möglich, ein erfolgreiches Geschäft mit automatischen Uhren aufzuziehen. Wenn sich alle Uhrenfachgeschäfte *an einem Platz auf eine Auffassung einigen*, dann wird das allen Fachgeschäften zugute kommen. Einer stützt die Autorität des anderen. Der Uhrmacher braucht Autorität – wie der Arzt, denn der Laie kann sich unmöglich ein zutreffendes Urteil bilden. Im Gegenteil: Sein Urteil ist manchmal sogar vorbelastet durch unverantwortliche Testerei und schlecht fundierte Zeitungsschreiberei.

Mögen alle Fachkollegen es einsehen, daß sie gegenüber diesen Angriffen nur durch Solidarität ihren Standpunkt wahren können.

In seinem Aufsatz „Das Werben um den Markt" schrieb Professor Dr. R. Nieschlag in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung: „Die bei wachsendem Einkommen steigende Nachfrage nach Gütern des ‚individuellen Bedarfs', nach Erzeugnissen, durch deren Besitz sich die Menschen voneinander zu unterscheiden trachten, gibt dem Fachgeschäft . . . mit *nicht*-problemlosen Waren . . . neue Chancen . . ."

Die automatische Uhr ist die mechanische Uhr der Zukunft! Aber vergessen Sie nie: Die schlechte Automatic ist der größte Feind des Geschäfts mit automatischen Uhren! *(Hans Lochmann)*

Die Automatic-Kaliber von Bernhard Förster

Bereits 1954 hat die Firma Förster als eine der ersten deutschen Firmen ein Automaticwerk mit und ohne Datumsanzeige herausgebracht. Das besondere Merkmal war von Anfang an eine einfache und robuste Konstruktion. Dieses Moment wurde als Leitmotiv im Zuge der Weiterentwicklung der letzten Jahre beibehalten. Die Erfahrung in der Fertigung und die Anpassung an die jeweilige technische Entwicklung, insbesondere im Hinblick auf eine möglichst flache Uhr, hat aus den Kalibern

BF 194 bei einer Werkhöhe von 5,00 m/m und
BF 197 (mit Datumanzeige bei einer Werkhöhe von 5,1 m m

anerkannte Qualitätserzeugnisse werden lassen, die sich bisher bestens bewährt haben.

Nachstehend sollen nochmals die besonderen Merkmale kurz herausgestellt werden:

Selbstschmierende unzerbrechliche und rostfreie Nivarox-Feder mit angenieteter Schleppfeder.

Federhaus mit Deckel in robuster Ausführung.

Sperrkegel *übersichtlich* angeordnet und mit minimaler Spannung im Sperrad.

Kronrad in großem Futter geführt, eine *einwandfreie, stabile Kraftübertragung* bewirkend.

Übersichtliche Aufzugspartie, gut angeordnet und einen *besonders weichen* Aufzug ergebend.

Alle Automatic-Teile, *solide und präzise ausgeführt*, halten einer langen Beanspruchung absolut stand.

Gewichtsverriegelung durch eine in der Längsrichtung zu verschiebende Gabel *einfachste Abnahme des Rotors*, Fortfall irgendeines, z. B. bei der Reparatur leicht verlierbaren Teiles.

Garantie einer *gleichmäßigen Höhenluft* der Schwingmasse, durch besondere Haltegabel.

Gewichtsachse sehr solide mittels 3 Schrauben auf der Räderwerkbrücke befestigt, entspricht *jeder denkbaren Beanspruchung*.

Gewichtsrad aus Beryllium ermöglicht *genaue Passung* zur Gewichtsachse ohne seitliches Spiel. Selbst eine minimale Bewegung des Rotors bewirkt eine Weiterbewegung des Sperrklinkenrades um mehrere Zähne und schließt einen verlorenen Weg der Schwingmasse aus.

Das Automaticrad ist mit einer *Freilaufkupplung von großer Präzision* ausgestattet und kuppelt bei Handaufzug wirkungsvoll aus.

Der Wechsler besteht aus einer Steuerplatte und 2 Steuerrädern. Diese sind beiderseitig mit einem polierten Zapfen von 0,42 m/m versehen und in der Steuerplatte gelagert. Die Steuerplatte wird im Automatic-Kloben mittels eines Steines gelagert. Die Steuerräder werden außerdem im Automatic Kloben in besonderer Führung gehalten und dadurch wird *ein guter Eingriff erzielt*.

Die Sperrklinke ist im Automatic-Kloben fest montiert und arbeitet zwischen zwei Decksteinflächen, die deren Reibung auf ein Minimum reduzieren. Eine in einer besonderen Fräsung sicher eingepaßte Feder betätigt die Sperrklinke und kann beim Auf- und Abmontieren des Klobens nicht herausspringen.

Klare Übersicht der Funktion des Selbstaufzuges, der durch vorhandene Schaulöcher *leicht zu überprüfen* ist.

Über die schraubenlose Unruh und ihre besonderen Vorteile bei der zu erzielenden Reglage dürfte heute wohl nichts mehr zu sagen sein.

Zu den bisherigen Kalibern

BF 194 11½" Automatic und
BF 197 11½ Automatic-Kalender } DBPa

ist neuerdings noch das Kaliber

BF 1197 11½"Automatic-Kalender mit Wochentagsangabe (DBPa)

getreten, das sich wegen seiner sehr einfachen Einstellung des Wochentags und seiner optimalen Größe des Drucks im Wochentagsfenster, *schnell und gut eingeführt* hat.

Durch Vorwärtsdrehen der Zeiger im Uhrzeigersinn wird zuerst der erforderliche Wochentag in das Fenster gebracht und dann die Tageszahl in der bekannten Weise eingestellt (von 24 Uhr auf 21 Uhr zurück und wieder vor). Von da ab schaltet die Uhr dann alle 24 Stunden einen Wochentag und eine Tageszahl automatisch weiter.

Der Gesamtmechanismus besteht lediglich aus:

1. Einem *Schaltrad mit Sonderprofil*, bei dem alle Zähne vom Zwischenradnocken angetrieben werden, von denen aber nur jeder zweite – längere – Zahn die Tagesscheibe alle 24 Stunden

weiterbewegt. Zwischenrad und -nocken sind aus einem Stück gearbeitet.

2. Der *Tagesscheibe* und

3. 2 *Sperren mit Federn.*

Somit ist die Gewähr für eine einwandfreie und unkomplizierte Funktion gegeben.

Allen Kalibern gemeinsam ist das günstige Übersetzungsverhältnis im Räderwerk und die sehr übersichtliche Gangpartie, sowie der unkomplizierte Automatic-Aufbau. Hochglanzpolierte Gewichtsachsen in einem aus Beryllium hergestellten Gewichtsrad, ergeben einen äußerst günstigen Reibungskoeffizienten, d. h. schon bei der geringsten Bewegung der Uhr tritt der Aufzugsmechanismus in Funktion.

Die Selbstaufzug-Armbanduhren in der Werkstatt

Die Automatic-Armbanduhr – wie sie auch genannt wird – ist aus dem Arbeitsgebiet des Uhrmachers nicht mehr fortzudenken. Obwohl der Ur-Gedanke über 150 Jahre alt ist und die Einführung langsam vor sich geht, ist erst das letzte Jahrzehnt die Reifezeit gewesen. Die neuen Konstruktionen sind einfacher und vor allem sicherer geworden.

Das Grundprinzip hat sich freilich nicht gewandelt: Der stets nach unten einpendelnde Rotor zieht mit seinen Bewegungen über ein Untersetzungsgetriebe das Federhaus in winzigen Schritten auf. Da hierdurch die mehr oder weniger aufgezogene Zugfeder während des Tragens immer wieder nachgespannt wird, erhält die Unruh eine *sehr gleichbleibende Antriebskraft.* Hierin ist der wesentliche Vorzug der Selbstaufzug-Armbanduhr zu suchen; es ist weniger die Arbeit des täglichen Aufziehens, die in Fortfall kommt, sondern die bessere Reguliermöglichkeit. Abgesehen natürlich davon, daß der Kunde das Vergessen des Aufziehens nicht mit dem Stillstand seines Zeitmessers büßen muß.

Die Entwicklung der Selbstaufzug-Armbanduhr unterscheidet mehrere grundsätzliche Stadien, die sich auf den Rotor und die Ausnutzung der Rotorbewegung beziehen:

Zentralrotor

mit *begrenztem* Weg { Aufzug in einer Richtung / Aufzug in beiden Richtungen } (Abb. 1)

mit *unbegrenztem* Weg { Aufzug in einer Richtung / Aufzug in beiden Richtungen } (Abb. 2)

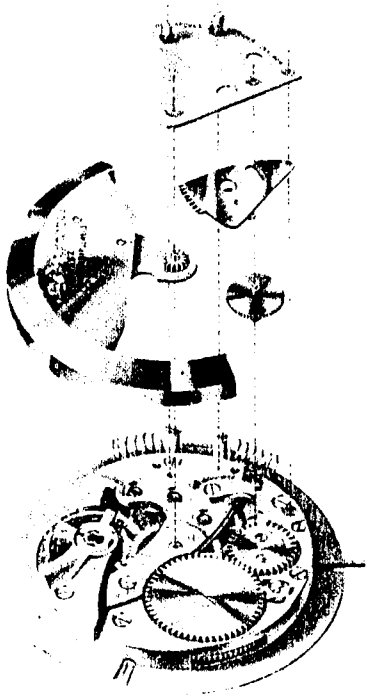


Abbildung 1: Am Anfang der Entwicklung stand der begrenzte Rotorweg mit Aufzug in nur einer Richtung

Der *Exzenter-Rotor* mit unbegrenztem Weg und Aufzug in beiden Richtungen leitet die neue Entwicklung ein zu besonders flachen Werken.

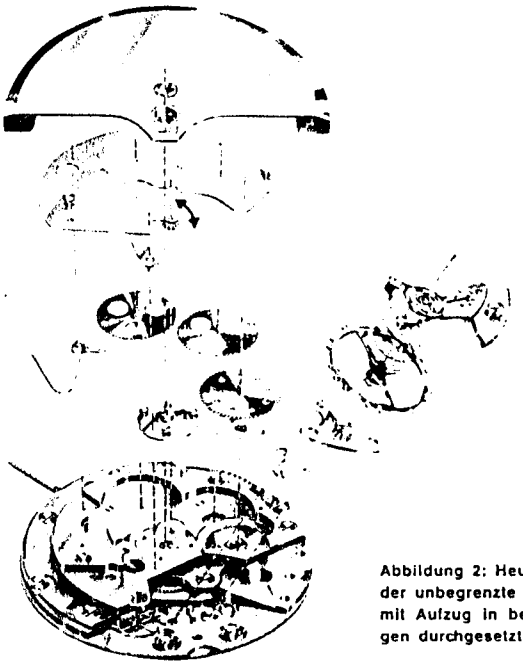


Abbildung 2: Heute hat sich der unbegrenzte Rotorweg mit Aufzug in beiden Richtungen durchgesetzt

Eine große Anzahl von Selbstaufzug-Armbanduhren sieht den Aufbau des Untersetzungsgetriebes samt Rotor in einer besonderen Baugruppe vor, die sich als separate Etage (Abbildung 3) geschlossen von Basiswerk abheben läßt. Die Schrauben hierzu sind meist besonders kenntlich. Da diese Uhren in wasserdichten bzw. mindestens wassergeschützten Gehäusen eingebaut sind, entfallen starke Verstaubung oder gar Verschmutzung, wie sie früher üblich waren. Infolgedessen ergibt sich sehr oft, daß die Hauptarbeit lediglich die Überholung des Basiswerkes darstellt.

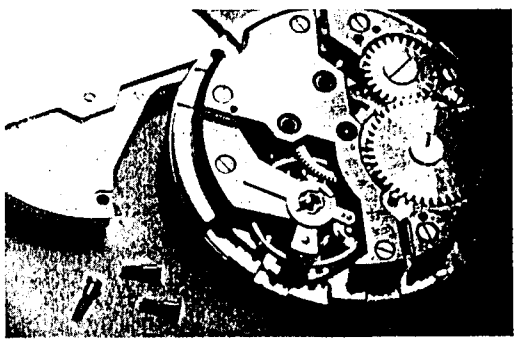


Abbildung 3: Fast immer ist jetzt die Automatik getrennt abnehmbar

Vor dem Zerlegen muß jedoch in jedem Falle auch die Automatik sehr gründlich untersucht werden. Da die wenigsten Konstruktionen eine besondere Gangreserve-Anzeige besitzen, weiß der Kunde nie, wie weit seine Uhr aufgezogen ist, oder wie lange sie noch gehen kann. Dieser Unsicherheit kann nur mit einer *absoluten* Funktionssicherheit des Selbstaufzuges begegnet werden.

Ein sehr gefährlicher Punkt ist die *Lagerung des Rotors*, dessen kurze Welle mit starker Belastung an langem Hebelarm dem Verschleiß stark ausgesetzt ist. Man begann mit einfachen Stahlzapfen in Messinglagern. Die Messinglager wurden durch Steine ersetzt, die aber oft platzten, und nun durch Stahllager in Form der Einpreßsteine abgelöst wurden. Kugellager oder Rollenlager werden gleichfalls mit Erfolg angewendet. Stets aber bildet die Schmierung eine Sorge: Daher muß unbedingt den Anweisungen der Fabrik gefolgt werden, die zumindest hier „dickflüssiges Öl" vorsieht. Es sollte reichlich genug gegeben werden unter Ausnutzung aller Kapillarmöglichkeiten.

Der Rotor läßt sich leicht entfernen. Er wird durch einen Riegel gehalten, der in eine Nut der Zentralwelle greift, und entweder abgeschraubt oder nur – in der angegebenen Pfeilrichtung! – ausgeklinkt wird. Abbildung 4. (Dieses Ausklinken des Riegels sollte jedoch nicht zum Verkratzen des Rotors führen – also ein Putzholz benützen.)

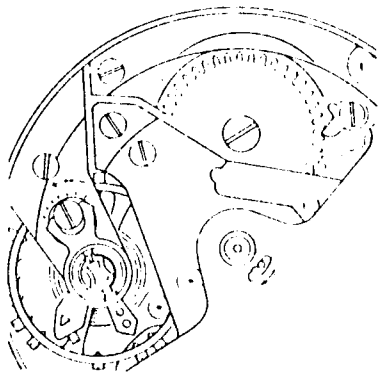


Abbildung 4:
Der Zentralrotor ist nur auf seiner Achse verriegelt

Bei langsamem Herumführen des Rotors sollte nicht nur das freie Spiel der Schwungmasse über der Grundplatine und den Brücken kontrolliert werden. Durch Gucklöcher muß besonders die Funktion der Schaltklinken oder der „Drehsinn-Gleichrichter" beobachtet werden. *Von ihrer schnellen Reaktion hängt es* ab, wieviel etwa von der Aufzugsbewegung des Rotors verloren geht.

Der Automatiksperrkegel muß zwar sicher, aber ohne jede Vorspannung in der Feder in das betreffende Rad eingreifen. Die geringste Klemmung führt zum Versagen der Uhr; andererseits ergibt eine zu starke Federspannung Reibrost-Bildung an diesen Stahlteilen. (Ölhauch!) Die oft angewendete Wechslerwippe oder das Wendetrieb als Drehsinn-Gleichrichter (Abbildung 5) wird durch das Rotortrieb hin und her bewegt, je nachdem, ob die Drehrichtung der Schwungmasse einen direkten Eingriff in das nächste Reduktionsrad verlangt oder ein weiteres Rad dazwischen geschal-

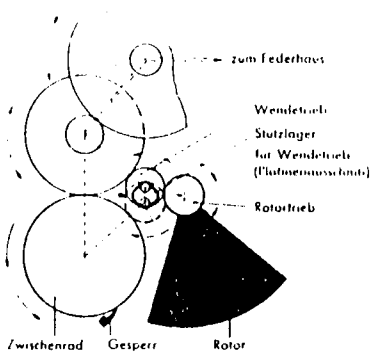


Abbildung 5:
Drehsinn-Gleichrichter durch Wendetrieb

tet werden muß, um den Drehsinn des Aufzugrades gleichzurichten. Bei der Wechsler-Wippe muß darauf geachtet werden, daß zwar die Zapfen der Wechslerrädchen geölt werden, auf keinen Fall aber der Drehzapfen der Wippe selbst Öl erhält. Dies würde zu einem Kleben der Wippe führen können, die dann nicht schnell genug folgt.

Zur *Drehsinn-Gleichrichtung* werden die verschiedensten Lösungen angewendet. Sie haben alle den gleichen Zweck, und da man die einfachste Konstruktion anstrebt, ist es relativ bequem, sie bei der Überholung zu zerlegen. Aber wie bei anderen komplizierten Uhren mache man sich zur Regel, den Weg der Zerlegung genau umgekehrt bei der „Aufrichtung" – dem Zusammenbau – einzuschlagen. Man vermeide Schraubenverwechslungen sowohl, um Zeitverluste zu sparen, als auch um kleine „Katastrophen" zu verhüten, die durch zu lange Schrauben irgendwo leicht eintreten können! – Ebenso vermeide man das unnötige Zerlegen zusammengesetzter Bauteile, wie es diese Drehsinn-Gleichrichter oft sind. Da sie nicht zu ölen sind, um die Funktion sicherzustellen, bedürfen sie kaum der Reinigung (Abbildung 6).

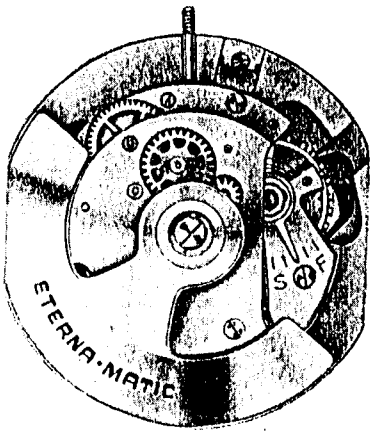


Abbildung 6: Rotorlagerung auf Kugeln und Drehsinn-Gleichrichter mit Schaulöchern

Die *Funktion der Drehsinn-Gleichrichter* ist in der Uhr schwierig zu verfolgen, da sie oft auf einer einzigen Achse sitzen. Es ist leichter, sich die Arbeitsweise klarzumachen, wenn die beiden Haupträder getrennt dargestellt sind. Die unterschiedlichen Pfeile (Abbildung 7) der beiden Drehrichtungen geben deutlich an, wie sich die Drehung fortsetzt. – Ob es sich um einfachste Sperräder mit Sperrklinken oder um „schwimmende" Hebel oder um Reibfedern einseitiger Richtung handelt, die Funktion ist in allen Fällen gleich.

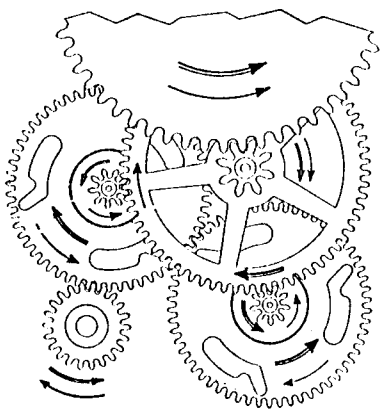
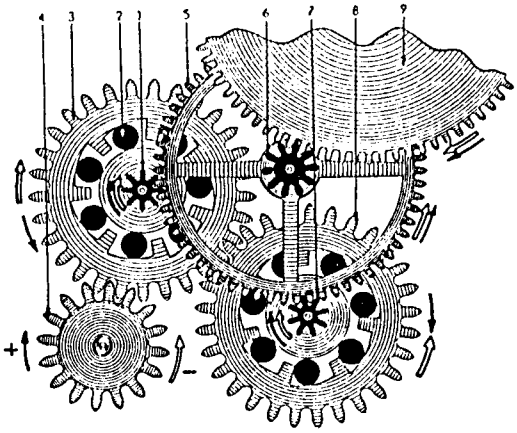


Abbildung 7: Drehsinn-Gleichrichter mit schwimmenden Hebeln oder Reibfedern scheinen schwierig zu verstehen

Das trifft auch für den *„Gyrotron"* (Abbildung 8) mit seinen zweimal 7 Steinrollen in den Drehsinn-Gleichrichter-Rädern zu. Ihre Funktion besteht lediglich darin, sich gemäß der Drehrichtung entweder in den Keilkäfigen festzuklemmen und das betreffende Rad mitzunehmen, oder entgegengesetzt, sich frei zu machen für den Freilauf dieses Rades, wenn das andere Rad mitgenommen wird.



Drehsinn-Gleichrichter mit Klemmrollen aus Rubin
Abbildung 8: Arbeitsweise des automatischen Girard-Perregaux-Werkes mit Gyrotrons, 1 Trieb, 2 Rubinrolle, 3 Kronrad, 4 Rotortrieb, 5 Zwischenrad, 6 Zwischenradantrieb, 7 Trieb, 8 Krone, 9 Sperrad

Die Drehsinn-Gleichrichter sind überflüssig geworden durch die Anwendung der *Kurvenscheiben* (Abbildung 9). Bei ihnen erfolgt die Auslenkung der Schaltklinken unabhängig von der Drehrichtung des Rotors. Da sie außerdem durch ihren geringen Hub bei großer Bewegung bedeutende Arbeit zu leisten vermögen, ist das Untersetzungsgetriebe bei diesen Konstruktionen kurz oder ganz verschwunden.

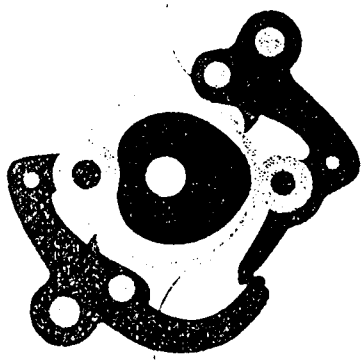


Abbildung 9: Rotor mit Kurvenscheibe macht die Drehsinn-Gleichrichter entbehrlich

Auch wenn alle diese Konstruktionen einwandfrei arbeiten, gibt es *eine weitere Fehlerquelle*, die in der Spannung der Zugfeder besteht. Um ein Überziehen der Zugfeder zu verhindern, wird fast allgemein ein nachrutschender Federzaum im Federhaus angewendet. Von dem Gleitfaktor dieses Zaumes an der Innenwand der Federhaustrommel hängt also der Spannungszustand des Antriebes ab!

Die *Rutschkupplungen* dürfen unter keinen Umständen mit irgendwelchem Grat an der Trommelwandung kratzen. Da die Federn und insbesondere diese Gleitfläche an der Trommelwand mit Spezial-Graphit-Fett geschmiert sind, und zudem der Augenblick des Nachrutschens von dem Biegungsradius des Zaumes abhängt, darf die Zugfeder nicht aus dem Federhaus genommen werden; manche Fabriken kennzeichnen die Federhäuser ausdrücklich: „Nicht öffnen!"

Dies besagt auch gleichzeitig, daß in besonderen Fällen *besser ein* komplettes Orginalfederhaus eingebaut wird, bei dem der Federzaum korrekt nachrutscht – nämlich nach 5 Umdrehungen, jedoch noch vor dem Vollaufzug! Jedes Federhaus ist vor dem Einbau unbedingt zu prüfen. Trotz aller Vorsicht kommt es aber häufig genug vor, daß eine Selbstaufzug-Armbanduhr „prellt", also stark vorgeht. Dies tritt auch sehr oft nach einer Reinigung auf. Es bleibt manchmal nichts anderes übrig, als dann eine schwächere Zugfeder einzusetzen, oder den Rutschzaum vorsichtig auf einen kleineren Radius zu biegen, damit er etwas früher nachrutscht.

(Fortsetzung auf Seite 27)

Um diesen sehr heiklen Punkt der Rutschkupplung im Federhaus zu vermeiden, ging man wieder zur *Reibungskupplung außerhalb des Federhauses* über, wie sie schon bei der ersten Selbstaufzug-armbanduhr „Harwood" benutzt wurde. Hierdurch wird erreicht, daß zwar der Rotor gleichfalls weiter arbeitet, aber bei einem bestimmten Spannungszustand der Zugfeder nicht aufziehen kann, weil die Reibung in der neuen Friktionskupplung nicht mehr ausreicht.

Während früher eine Art Bandbremse auf eine Scheibe des Federkernes wirkte, aber nicht genügend genau zu justieren war, benutzt eine neue Konstruktion eine *Wandermutter* auf dem Federkern (Abbildung 10). Die Wandermutter löst die Reibungskupplung, wenn die Zugfeder weit genug gespannt ist; sie schaltet die Federung wieder ein, wenn die Uhr etwas abgelaufen ist. In der Zwischenzeit arbeitet der Rotor völlig leer.

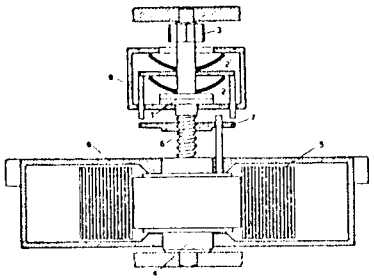


Abbildung 10: Schema einer selbstnachstellenden Aufzugskupplung (Gruen-Power-Glide)
1 Kupplung
2 Reibungsfedern
3 Aufzugsantrieb
4 Federkern
5 Zugfeder
6 Gewinde auf Federkern für
7 Wandermutter
8 Federhaustrommel
9 Steuerungsbügel der Kupplung

Auch das Differentialgetriebe wird jetzt mit der Friktionskupplung zusammen angewandt. – Von der Möglichkeit, den Schwungmassenrotor überhaupt festzuhalten, wenn die Zugfeder genügend aufgezogen ist, hat erst eine Fabrik Gebrauch gemacht, obwohl diese Lösung bereits am Anfang der Entwicklung vor über 150 Jahren stand!

Die *Friktionskupplung*, eine Stufe vor dem Federkern, kann natürlich zarter ausgeführt werden, und ist dadurch besser in ihrer Wirkung zu beherrschen. Es wird nicht eine gleichförmige Reibung ausgenutzt, sondern durch einen Nocken wird erreicht, daß unbedingt erst hinter einem bestimmten Spannungszustand der Zugfeder ein Durchrutschen erfolgt (Abbildung 11).

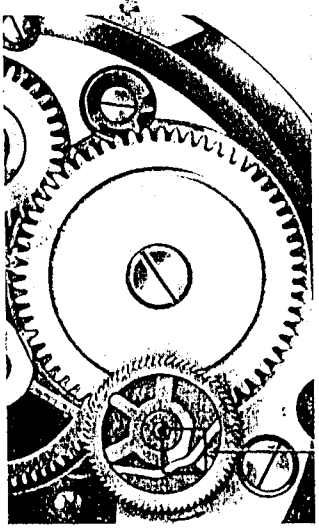
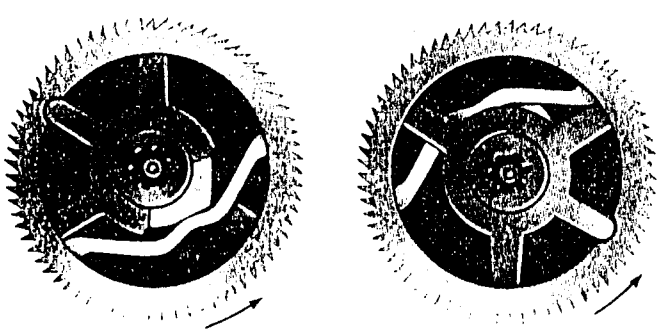


Abbildung 11: Klinkenradkupplung schon vor dem Sperrad – die Klinkenradkupplung OTEROTEST



Das Bestreben, flache Selbstaufzuguhren zu bauen, führte zu der Entwicklung der *exzentrisch angeordneten Schwungmassen* (Abbildung 12). Bei ihnen ist gleichfalls die besondere Baugruppe getrennt herauszunehmen. Durch die wesentlich geringere Masse ist die Belastung der Rotorzapfen kleiner geworden. Ein größeres Untersetzungsgetriebe gleicht den Massenverlust aus.

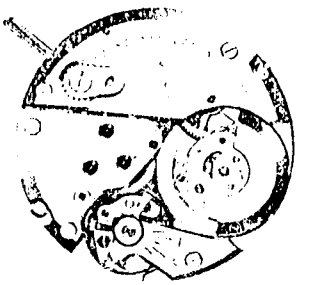


Abbildung 12: Besonders flache Bauart durch exzentrisch gelagerten Rotor

MICROTOR

Die flachere Bauart ist auch durch den Zentralrotor mit Außenkugellager erreicht worden. Die *Innenverzahnung* (Abbildung 13) ist eine Neuheit, die sich beim Eingriff in die kleinen Räder des Untersetzungsgetriebes vorteilhaft durch schnellen Drehsinn-Wechsel auswirkt.

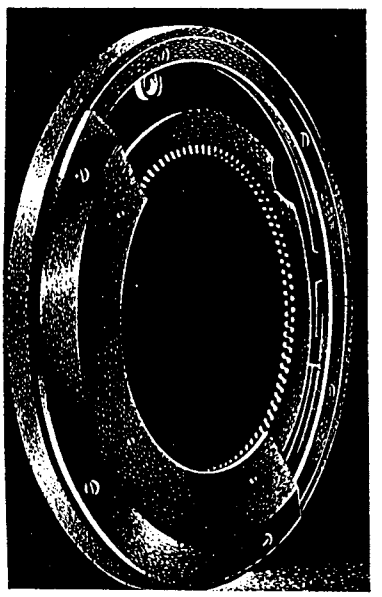


Abbildung 13: Außen-kugelgelagerter Rotor mit Innenverzahnung

SANDOZ 333

Das Aufrichten und besonders Ölen der Automatikarmbanduhren ist heute keine Schwierigkeit mehr für den, der das Grundprinzip überhaupt kennt. Die zahlreichen Abwandlungen bei neuen Konstruktionen lassen sich einwandfrei beherrschen, wenn man die Vorsicht gebraucht, ihren Arbeitsgang nachzukonstruieren. Die *Öl-Frage* ist je nach der Druckbeanspruchung ebenfalls individuell mit ausreichender Sicherheit lösbar. Nur wenige Stellen – besonders die Rotorlagerung (außer Kugeln!) und die Verbindung zum Handaufzug erhalten dickflüssiges Öl, während die anderen Stellen mit dünnflüssigem Öl zu versehen sind. Kritische Stellen wie der Wechslerzapfen und ähnliche dürfen garnicht geölt werden. Andererseits empfiehlt es sich mitunter, die Spitze des Automatiksperrkegels leicht anzufetten, um der sonst eintretenden Reibrostbildung vorzubeugen.

Der Hauptfehler bei nicht zufriedenstellenden Uhren ist sehr oft ein *Mangel an Gangreserve*, der durch allerlei hervorgerufen werden kann. Da ist in erster Linie der Mensch selbst, sein Temperament, oder seine Trägheit. Es wurden bei Proben mit verschiedenen Männern, den gleichen Uhren, bei genau gleich langer Zeit des Tragens gemacht, und Differenzen in der Gangreserve von 10, 15, 18 und sogar 20 Stunden festgestellt, ohne daß an den Uhren irgendetwas geändert worden wäre.

An mechanischen Fehlern ist wohl, außer Bruch irgendeines Teiles des automatischen Aufzugs (Rotorachse – Lochstein – Doppelcliqué etc. – sicher am meisten die *Schleppfeder* schuld. Sei es, daß sie zu schwach ist im Verhältnis zur Federstärke und daher zu schnell ins Rutschen kommt, sei es, daß

sie *scharfe* Enden hat, welche die Wand der *Federhaustrommel beschädigt* haben

die Schleppfeder daher hängen bleibt, um nachher umso stärker, vielleicht sogar ganz abzugleiten,

sei es, was eigentlich am gefährlichsten ist, da man es gerne übersieht, daß zufolge falscher Schmierung die Schleppfeder in ein ganz *langsames*, fast *unmerkliches* aber *stetes* Abrutschen gerät, auch wenn die Uhr ruhig auf dem Tisch liegt, und dann keine Gangreserve übrig bleibt.

Ist die Schleppfeder aber zu stark oder zu hoch und klemmt, oder sie hat sich zufolge scharfer Enden und beschädigter Federhaustrommel festgehakt, so wird die Uhr beim Tragen zum Prellen kommen und kann nicht reguliert werden. Außer diesem Grundübel, der Schleppfeder, trifft man natürlich auch noch andere Fehler an, die entweder schon von Anfang an existieren oder aber erst in der Reparatur entstanden sind. So zum Beispiel:

Aufsitzen der Verzahnung beim Wechseln der Drehrichtung des Rotors.

Klemmen des Sperrkegels, daher Zurücklaufen des automatischen Räderwerkes.

Streifung des Rotors am Gehäuse oder an der Platine, zufolge zu großer Lagerlöcher, Schiefstehen der Rotorachse, falsch eingestellter Höhenluft, oder zu flacher oder zu dunner Gehäuse.

Abgenützte Teile des automatischen Aufzugs.

Zu leichter Rotor im Verhältnis zur Federstärke und seinem Durchmesser.

Bei den ganz flachen Uhren neuerdings sogar Streifungen der Räder des automatischen Aufzugs an den Brücken, ja sogar aus-dem-Eingriff-gehen der Räder, wenn diese schief stehen, verbogen sind oder die Höhenluft nicht *genau* begrenzt ist. *(W. Muller)*

Untersuchungen über den Wirkungsgrad des automatischen Federaufzugs

VON DIPLOM-INGENIEUR R. E. MULLER

(Kolloquiumsvortrag in Stuttgart am 30. Januar 1964)

Man kann heute feststellen, daß die Armbanduhr mit automatischem Aufzug sich dank ihrem hohen Stand an Funktionssicherheit und ihrer zum Teil vom Automatikaufzug herrührenden Ganggenauigkeit *auf dem Gebiet der Herrenuhren bewährt* hat.

Bei den Damenuhren konnte sie sich bis auf wenige Ausnahmen nicht so durchsetzen, weil ein funktionssicherer Automatikteil einen so großen Raum beanspruchen würde, daß die *Damenautomatik* im Vergleich mit einer normalen Handaufzuguhr ein plumpes Aussehen hätte. Wurde dagegen der Aufzugteil der Automatik verkleinert, so war die gesamte Konstruktion teuer und bei billigen Uhren störanfällig.

Die Automatikuhren werden sich ihren derzeitigen Marktanteil in Zukunft *voraussichtlich* mit den elektrischen Armbanduhren teilen müssen, da letztere weniger Bauteile benötigt, unabhängig von Armbewegungen eine konstante, vom Räderwerk nicht beeinflußte Antriebsenergie bei hohem Wirkungsgrad erhält, wobei die Amplitude stabilisiert werden kann.

Bei der heutigen Automatikarmbanduhr wird die durch den umlaufenden Rotor *anfallende Energie* gleichgerichtet, untersetzt, in das Federhaus eingeleitet und dort gespeichert (Abbildung 1). Bei voll gespannter Feder wird die Überschußenergie an der Schleppfeder in Reibungswärme umgewandelt.

Das energieliefernde Glied, der Rotor, wird heute in *zwei Bauformen* ausgeführt: Dem zentralen Rotor, der über das gesamte Werk hinwegstreicht (Abbildung 2a), und dem exzentrischen kleinen Planetenrotor, der im Werk selbst sitzt (Abbildung 2b). Beide Bauformen sind von der konstruktiven Seite her begründet.

Der große zentrale Rotor

mit großem Rotordrehmoment (Abbildung 2a) liefert infolge seiner Drehmasse der Uhr pro Umdrehung eine relativ große Energie. Diese reicht im allgemeinen auch bei sehr ruhigen Tragern aus, die nur eine kleine Anzahl von Lageänderungen pro Zeiteinheit und fast gar keinen Impuls auf die Uhr übertragen, um eine genügende Gangreserve zu speichern. Dabei benötigt man ein kleineres Reduktionsgetriebe. Das ganze System ist weniger störanfällig durch Reibungseinflüsse und Verschmutzung, weil es mit größeren Kräften arbeitet.

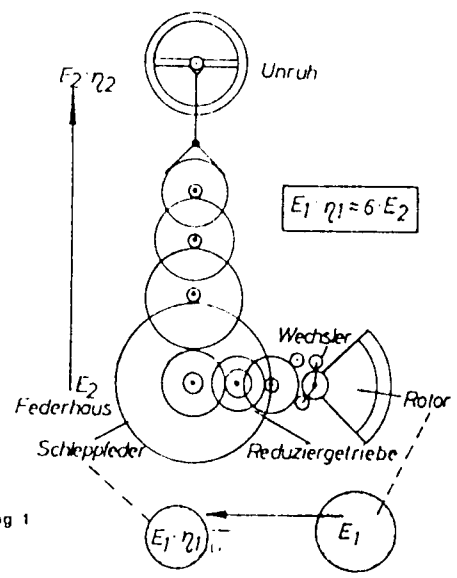


Abbildung 1

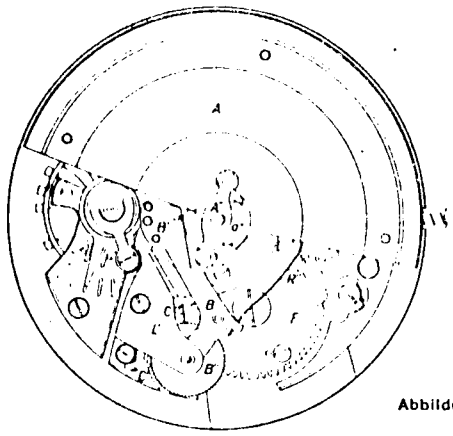


Abbildung 2a

Ein Nachteil des großen Zentralrotors ist die zu hohe Energiezufuhr bei lebhaften Trägern, was einen hohen Verschleiß am ganzen Automatikteil zur Folge hat. Die Schleppfeder muß die gesamte Überschußenergie vernichten, wird daher eher beschädigt bzw. läuft im Federhaus ein. Außerdem ist bei Stoßbeanspruchungen besonders das Rotorlager gefährdet, der Rotor muß also irgendwie stoßgesichert sein.

Der kleine exzentrische Planetenrotor

mit niedrigem Rotordrehmoment (Abbildung 2b) hat den Vorteil, daß die Bauhöhe des gesamten Werkes verringert und die Zugänglichkeit der einzelnen Baugruppen günstiger wird. Jede einzelne Baugruppe, Unruhschwinger mit Hemmung, Federhaus, Räderwerk, Automatikteil, kann mit der gesamten Werkhöhe gebaut werden. Der Lagerdruck der Rotorlager bei Stößen ist gering, der Verschleiß am ganzen Automatikteil ist klein, da auch bei sehr lebhaften Trägern die Produktion an Überschußenergie in erträglichen Grenzen bleibt.

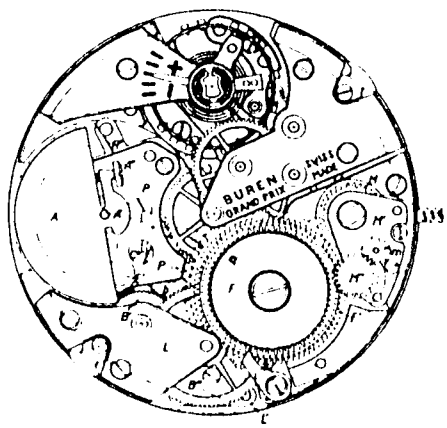


Abbildung 2b

Der Nachteil des exzentrischen Planetenrotors ist die Gefahr des ungenügenden Aufziehens *bei sehr ruhigen Trägern*, die nur sehr langsame und wenige Bewegungen ausführen und kaum Impulse auf ihre Uhr übertragen, ebenso die größere Störanfälligkeit durch Reibung und Schmutz des sehr umfangreichen Reduktionsgetriebes, vor allem an den ersten Bauteilen nach dem Rotor.

Diese Bauweise benötigt insgesamt mehr Bauteile. Es resultiert aus Energiegründen daraus noch die *Notwendigkeit*, den Handaufzug vom Automatikaufzug vollkommen zu trennen. Dies ist kein wirklicher Nachteil, da der Handaufzug bei einer richtig ausgelegten Automatikuhr überflüssig ist und weggelassen werden kann. Damit auch der kleine Rotor beim ruhigsten Träger noch genügend sicher aufzieht, muß das Schwingsystem zur Energieeinsparung relativ klein ausgeführt werden, was jedoch hinsichtlich der Ganggenauigkeit Nachteile mit sich bringt.

Der Gleichrichter, Drehsinnwandler oder Wechsler

hat die Aufgabe, die wechselweisen Rotorumdrehungen in eine Bewegung von gleichem Drehsinn umzuwandeln und in das Reduziergetriebe weiterzuleiten (Abbildung 3).

Ein Maßstab für den Wirkungsgrad eines Drehsinnwandlers ist *der tote Winkel*, um den man den Rotor bewegen kann, ohne das erste Rad des Reduziergetriebes nach dem Wechsler mitzudrehen. Solange der tote Winkel etwa 30° bleibt, geht wenig Energie verloren, da die Energie, die der Rotor beim Durchlaufen des toten Wegs aufnimmt und in Form von potentieller Energie speichert, anschließend an das Reduktionsgetriebe weitergeleitet wird. Dies gilt jedoch nicht bei sehr langsamen Bewegungen, wobei sich der kleinste tote Winkel als Verlust auswirken kann.

Der *Drehsinnwandler* soll auf kleinstem Raum, mit möglichst wenig Bauteilen, funktionssicher, geräuscharm und möglichst ohne Verschleiß arbeiten.

Es wurde eine große Anzahl von Lösungen gefunden, von denen hier die wichtigsten kurz erwähnt werden.

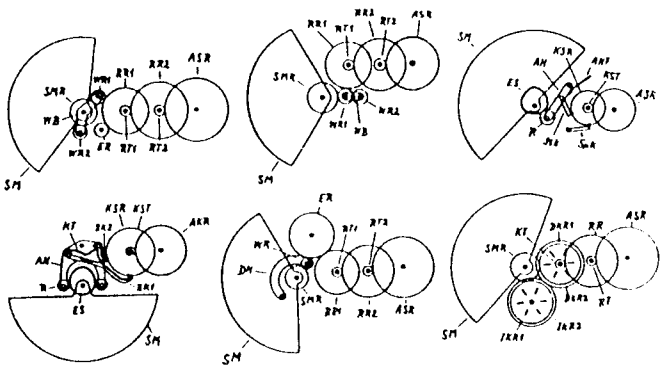


Abbildung 3

Die Drehsinnwandler lassen sich in zwei Baugruppen unterteilen:

1. *Die kraft- bzw. bewegungsschlüssig gesteuerten Konstruktionen;*
2. *Konstruktionen, die mit Formschluß arbeiten.*

Zur ersten Baugruppe zählen alle Konstruktionen, die mit wechselnden – daher der Name Wechsler – Rädern, die Drehsinnwandlung durchführen. Der Wechsler wird durch die Drehrichtung des Antriebsrades am Rotor *stets* in den gewünschten Eingriff geschaltet.

Das Prinzip ist *sehr zuverlässig*, hat aber meist einen großen toten Winkel und die Gefahr des Verschleißes am Wechsler (bspw. Stöße, Zahn auf Zahn beim Einschwenken des Wechslers).

Zu den kraftschlüssig gesteuerten Konstruktionen, gehören auch sämtliche Anordnungen mit Exzenter (Abbildung 4). Exzenterkonstruktionen haben den Vorteil, mit einem Bauteil gleichzeitig die Drehbewegung des Rotors zu untersetzen und gleichzurichten. Sie erlauben eine *flache, übersichtliche Bauweise* mit kleinem Reduktionsgetriebe. Nachteilig ist, daß zwei wirksame Winkellagen zwei unwirksamen Winkellagen gegenüber liegen. Durch eine herzförmige Ausbildung des Exzenters und durch Verlegen der günstigen Aufzugslagen in Positionen, in der die Uhr hauptsächlich getragen wird, läßt sich dieser Mangel mildern. Außerdem erhält der Rotor bei Impulsen in den ungünstigen Lagen eine gewisse Energie, die er beim Durchlaufen der günstigen Aufzugslagen wieder abgibt. Der Nachteil wirkt sich aber voll bei langsamen Bewegungen aus.

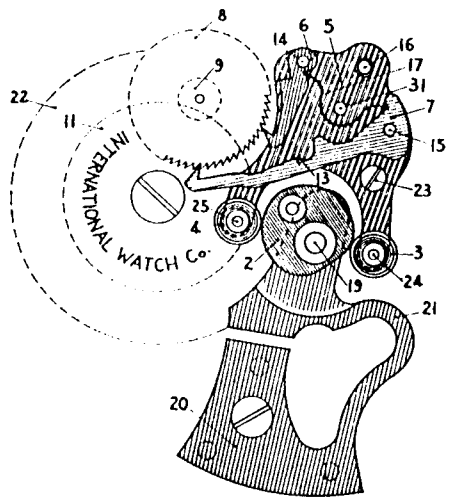


Abbildung 4

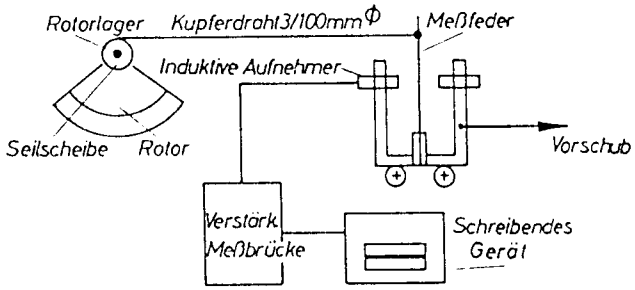
Die technisch vollkommensten, aber auch aufwendigsten Konstruktionen von Drehsinnwandlern sind die Konstruktionen mit Formschluß.

Bei formschlüssiger Bauweise sind alle Räder im Eingriff, es gibt keinerlei Sperrklinken oder Federn an den Rädern. Anstelle des Wechslers sind *zwei formschlüssig arbeitende Freilaufkupplungen* angeordnet. Sie arbeiten ohne störende Geräusche meist mit Kugeln, Klinken oder Stiften und haben einen sehr kleinen toten Winkel. Durch die gegensinnige Anordnung der Freilaufkupplungen wird ein Ablaufen des Getriebes verhindert.

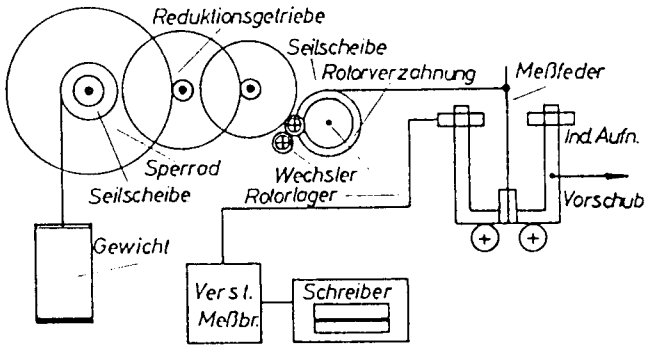
Die Reduktionsgetriebe selbst sind meist Getriebe mit sehr hohen Übersetzungen, etwa 1:150 bis 1:250 vom Rotor bis zum Sperrrad. Sie sollten mit möglichst wenig Verlusten die am Rotor anfallende Energie zum Federhaus der Uhr weiterleiten.

Die Schleppfeder (Rutschkupplung), die das Drehmoment der Uhr bei Vollaufzug konstant halten und gleichzeitig eine Überbeanspruchung der Zugfeder verhindern soll, ist das am ganzen Automatikaufzug *am stärksten* durch Verschleiß gefährdete Bauteil und verursacht bei der Wartung der Automatik die größten Schwierigkeiten.

Hält die Schleppfeder z. B. 3 Mill. Gleitvorgänge aus, so würde sie bei der Produktion einer 4fachen täglichen Gangreserve etwa 15 Jahre halten.



Bestimmung der potentiellen Energie eines Rotors



Bestimmung des Wirkungsgrades eines Reduktionsgetriebes

Abbildung 5

Um den *Wirkungsgrad des gesamten automatischen Aufzugs* beurteilen zu können, messen wir den Wirkungsgrad des Reduziergetriebes mit Wechsler von der Rotorachse an bis zum Federhaus, bei abgenommenem Rotor. Anschließend messen wir mit derselben Versuchsanordnung die potentielle Energie, die der Rotor bei einer halben Umdrehung speichert.

Die Meßmethode ist aus Abbildung 5 zu ersehen. Mit einer Meßfeder wird das aus der Uhr ausgebaute Reduktionsgetriebe angetrieben. Die durch die Antriebskraft verursachte Auslenkung der Meßfeder wird von den induktiven Wegaufnehmern gemessen und über eine Verstärkermeßbrücke in einem schreibenden Gerät zur Anzeige gebracht. Man erhält dadurch das durch Verzahnungseinflüsse um einen Mittelwert schwankende Drehmoment am Rotor. Durch Vergleiche mit dem am Federhaus aufgebrachten Drehmoment erhält man den Wirkungsgrad des Reduktionsgetriebes. *Der mittlere Wirkungsgrad* hängt von der Verzahnung und der Aufzugsgeschwindigkeit des Reduktionsgetriebes ab. Er liegt im allgemeinen bei etwa 65 bis 75% mit überlagerten Schwankungen von ± 20%, die von Verzahnungseinflüssen bei den verschiedenen Eingriffen herrühren. Die bei der Drehung eines Rotors um 180 nutzbare Energie beträgt bei günstig verteilter Rotormasse etwa 50 mmp. bei einem Rotorgewicht von 3 g.

Das Nachmessen einer fertigen Automatikuhr

kann mit diesem Verfahren folgendermaßen vorgenommen werden: Das Drehmoment am Federhaus und die Anzahl der Umdrehungen des Federhauses pro Zeiteinheit sind durch den Unruhschwinger und das Räderwerk festgelegt und daher bekannt. Das Untersetzungsverhältnis des Reduziergetriebes ist ebenfalls bekannt.

Gemessen wird nun der Wirkungsgrad des Reduziergetriebes und die Rotorenergie bei einer halben Rotorumdrehung.

Man legt die kleinste Anzahl Lageänderungen und damit die Anzahl der Rotorumdrehungen pro Zeiteinheit fest, bei der der Automatikaufzug gerade noch eine gegebene Stundenzahl Gangreserve erzeugen muß. Daraus läßt sich errechnen, welches Drehmoment und welche Energie *durch die Rotormasse* erzeugt werden muß. Der automatische Aufzug sollte so ausgelegt werden, daß der Rotor für den ruhigsten Träger der Uhr dimensioniert wird. Der Rotor sollte aber abnehmbare Gewichte tragen, die der Uhrmacher je nach Temperament des Trägers entfernen kann.

AUTOMATIC ... JA ODER NEIN?

Gewiß, eine seltsame Frage, eine Problemstellung allerdings, die jeden aus unserer Branche nachdenklich stimmen sollte. Schließlich sehen wir mit Riesenschritten die Zeit der „Electric" auf uns zukommen, die eines Tages im Zeichen der ständig fortschreitenden Bedürfnisse des Verbrauchers der elektronischen, der Stimmgabel-Armbanduhr, der Uhr mit Transistor, das Feld räumen muß.

Doch ... noch ist es nicht so weit, noch fühlen wir uns mehr an der Schwelle vom „Handaufzug" zur automatischen Armbanduhr.

Nun, viel, sehr viel spricht dafür, daß die „Automatic", die vielen von uns schon als pure Selbstverständlichkeit vorkommt, die Spitze ihres Siegeszuges auf dem Uhrenmarkt noch gar nicht erreicht hat. Ja, mehr noch spricht dafür, daß die „Automatic" für die Reparaturwerkstatt vieler Uhrmacher besondere Probleme bietet, so daß mancher sich scheut, die automatische Armbanduhr groß herauszustellen und zu verkaufen.

Wo liegt hier die Ursache? Sicher einmal darin, daß die „Automatic" selbst in den Jahren ihrer Marktinfiltration manche technische Änderungen erlebt hat, ja, daß sie letztlich auch noch manche Änderung erfahren wird. Das zeigt sich allein schon in der Tatsache, daß die Automatic bis heute vielfach eine sportlich große Uhr war, während die Automatic für Damen-Kleinstuhren das reine Entwicklungsstadium noch kaum überschritten hat.

Ein anderer Grund, der „Automatic" den Rücken zu kehren, ist ohne Zweifel im Mangel echter Verkaufsargumente zu suchen – jener Argumente, die zwar dem Werbefachmann geläufig sind, die dagegen die Uhrenindustrie nur selten mitliefert. Sicher, die Uhr und ganz besonders die „Automatic" ist ein ausgesprochenes Technikum, doch sie als Investitionsgut an Mann und Frau, an den Käufer heranzutragen, scheint bei der heute internationalen Verbreitung guter Uhren mehr ein Kuriosum zu sein, denn der Verkaufspraxis zu entsprechen. Eine Uhr, und hier ganz besonders die Automatic läßt sich nur dann verkaufen, wenn Verkäufer und Industrie beim breiten Käuferpublikum echte Bedürfnisse nach einer besonders guten, einer besonders genauen Uhr zu wecken suchen.

Auf Grund ihres technischen und finanziellen Mehrwertes bietet sich die Automatic dazu dem Uhrmacher förmlich an, ja sie drängt sich ihm sogar auf, weil sie es in ihrer heutigen Vollkommenheit geradezu wert ist, mehr als bisher an das Publikum herangetragen zu werden und ihm verkauft zu werden. Im Augenblick ist sie außerdem das Rückgrat und die Stütze des Fachgeschäftes und damit das bevorzugte Privileg für Fachleute, also für den Uhrmacher.

Echtes Wissen über die „Automatic" zu vermitteln, sieht die NUZ daher als eine ihrer vornehmsten Aufgaben an. Sie hat deshalb diese Ausgabe ebenso wie das nächste Heft in den Dienst der automatischen Armbanduhr gestellt und läßt erfahrene Fachleute das sagen, was über die Automatic für jeden Uhrmacher, für jeden seiner Verkäufer von grundlegender Bedeutung ist.

„Mehr wissen – leichter verkaufen!" ... ist das Stichwort eines unserer Autoren zum Thema „Automatic". Mit Recht, denn dieses „Mehr wissen" ist gerade das, was das Uhrenfachgeschäft im Wettbewerb mit Außenseitern, Kaufhäusern und Versandgeschäften als echtes Verkaufsargument, als echten Service in die Waagschale zu werfen hat. *(Die Schriftleitung)*

GEORG ROTHER, UHRMACHERMEISTER

Automatic-Uhren auf dem Vormarsch

Früher bezeichnete man vieles als Reklame, was heute unter dem Sammelbegriff Werbung das Käuferpublikum zu überzeugen, zum Kauf anzuregen sucht. Im Spiel unserer freien Marktwirtschaft nimmt sie daher bei der Kundenansprache *eine unbestrittene Vorrangstellung* ein.

Allerdings ... bestreiten ließen sich allzu oft jene phrasenhaften Slogans, welche vielfach jeglichen echten Arguments entbehren. Doch man hört, sieht und liest vom „Duft der großen weiten Welt" bis zum barthärtenden Rasiertonikum vieles, was sich – wie die Praxis erweist – der breiten Öffentlichkeit eindringlich einprägt. Und ... ganz gleich unter welchem Slogan eine Ware angeboten wird, *es wird gekauft und wieder gekauft!*

Wer aber fragt danach,

ob alles den Tatsachen entspricht, ob alles stimmt, was so an das Käuferpublikum herangetragen wird?

Trotz all der vielen, oft riesigen und umfangreichen Werbeaktionen gibt es auch heute noch Erzeugnisse, die wenig, fast zu wenig von sich reden machen. Eines davon ist – trotz der deutsch-schweizerischen Automatic-Gemeinschaftswerbung – *die Selbstaufzuguhr*, die automatische Armbanduhr. Dabei ist sie der konventionellen Uhr in jeder Hinsicht überlegen und es bedarf hier keines Kommentars, welche Vorteile ihr Besitz tatsächlich in sich birgt – Vorteile, die *auf einer überzeugenden Grundlage* basieren und darum sich als ein unumstrittenes Werbeargument zugunsten dieses Uhrentyps erweisen.

Daß die Automatic trotz alledem noch den Eindruck erweckt, ein Blümlein im Verborgenen zu sein, ist ebenso echte Tatsache. Der Grund ist einfach, denn gerade in den Schaufenstern *fehlt zumeist das durchschlagende Werbeargument*, das das Angebot der automatischen Uhr in dieser und jener Zeitung und Zeitschrift unterstreicht.

Schriftplakate und -aufsteller sind eben vielfach unzureichend, auch Werbebroschüren genügen meist nicht, um die nötige Aufmerksamkeit zu erregen. Besser sind darum *jene beweglichen Funktionsmodelle*, also jene großen, sich drehenden Rotoren – abends vielleicht noch durch einen besonderen Lichteffekt ausgeleuchtet –, die den Passanten als lebendiger Blickfang auf die Automatic hinweisen.

Und im Verkaufsgespräch?

Hier gilt es, den Kunden weniger zu überreden, denn ihn zu überzeugen, daß die Automatic der konventionellen Uhr vorzuziehen ist. Hier gilt es *mit stichhaltigen Argumenten echtes Wissen zu vermitteln* – jenes Wissen, jene Tatsachen, die nicht den Eindruck gewinnsüchtiger Überredungskunst erwecken.

Übrigens ... gerade die Angestellten des Gaststätten- und Hotelgewerbes, aber auch Eisenbahner und viele andere erleben einen recht unregelmäßigen Tagesablauf. Was wunder, daß der regelmäßige Aufzug der normalen Uhr darunter leidet. Hier ließe sich *unschwer* beim Kauf und Angebot einer Uhr auf die Selbstaufzuguhr verweisen.

Mag sein, daß die Werbemüdigkeit auf dem Gebiet der automatischen Uhren darauf basiert, daß die Industrie aus einem gewissen Unbehagen – bedingt durch die elektrische Armbanduhr – nur zögernd die besagten Werbebroschüren und Funktionsmodelle zur Verfügung stellt. Diese Bedenken der Automatic-Fabrikanten dürften meiner Meinung nach *jedoch völlig unbegründet* sein.

Trotz alledem sollten wir vor all' denen Hochachtung zeigen, die an der Entwicklung der elektrischen Armbanduhr mitgewirkt haben. Hut ab auch vor der Genauigkeit und Präzision dieses neuen Zeitmessers! So lange jedoch die Laufzeit dieser Uhren nur auf ein Jahr beschränkt bleibt, wird die Automatic *auch weiterhin immer wieder* aus dem Rennen Selbstaufzuguhr kontra Electric als Sieger hervorgehen. Schließlich will ja der Besitzer einer elektrischen Armbanduhr nicht schon im elften Monat in Ängsten schweben, daß er morgen vielleicht schon seinen Bus, eine wichtige Sitzung oder ein anderes für ihn bedeutsames Ereignis versäumt, weil die Stromspeisung seiner Armbanduhr-Monozelle eben in diesem Zeitpunkt nachlassen könnte!

Und dann deswegen zum Uhrmacher, um dort etwa noch warten zu müssen, weil er gerade keine geeignete Monozelle vorrätig hat!

Was der Fachmann dazu meint,

hier sei es einmal mit Antworten verschiedener Uhrmachermeister und eines Uhrengroßhändlers wiedergegeben:

Die 1. Antwort: „So lange die Gangzeit der elektrischen Uhr nicht erhöht wird und so lange ihr Preis nicht weit unter dem der Automatic liegt, ist die Electric uninteressant!"

Die 2. Antwort: „Die Kunden sind skeptisch und die Nachfrage ist gleich Null!"

Die 3. Antwort: „Ich ziehe die gute Automatic der elektrischen Armbanduhr vor, da die Reparatur zu kompliziert ist und die Gangzeit von einem Jahr viel zu kurz ist."

Die 4. Antwort: „Ich habe bisher zwei elektrische Armbanduhren verkauft. Eine davon kam wegen einer Kleinigkeit zurück und diese mußte ich ins Werk einsenden. Hatte wegen der langen Wartezeit Ärger mit dem Kunden."

Und der Uhrengroßhändler äußerte sich dazu: „Form und Flachheit der guten Automatic sind heute so weit gediehen, die Genauigkeit ist auf einen noch nie dagewesenen Stand gebracht, daß die Selbstaufzuguhr noch eine gute Zukunft haben wird."

Ich betone ausdrücklich, wenn ich hier der Automatic das Wort rede, dann gilt es immer *nur der guten, teuren*, nicht etwa einer jener Warenhausuhren.

Sicher ... von einer guten Automatic kann man keine astronomische Genauigkeit verlangen. Schließlich ist sie eben auch eine tragbare Uhr und beileibe kein Schiffschronometer. Jedoch die Selbstaufzuguhr bleibt immerhin innerhalb einer Woche bei einer Zeitschwankung von kaum einer Minute, meist sogar noch wesentlich weniger. Und eine Gangabweichung von ± 5 bis 10 Sekunden ist *in jedem Fall eine hervorragende Leistung*. Mehr können wir kaum verlangen. Schließlich wollen wir ja mit dieser Uhr keine Operation am Durchgangsgerät einer Sternwarte vornehmen. Zudem dürfte die Gangreserve einer guten Selbstaufzuguhr 24 Stunden bestimmt nicht unterschreiten.

Zur Reparaturarbeit an der Automatic

in der Werkstatt wäre ohne Zweifel noch das eine oder andere zu sagen. Hier alle Systeme und Kaliber aufzuzählen, oder gar zu besprechen, würde jedoch viel zu weit führen. Doch betrachten

wir nur einmal hier *die einzelnen Schwingmassenanordnungen*, wie sie die Abbildungen 1 bis 8 vorstellen.

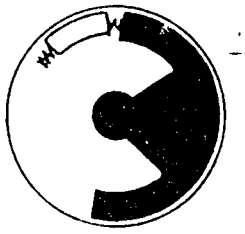


Abbildung 1: Pendelschwingmasse, nur eine Aufzugsrichtung – nur noch wenig im Umlauf

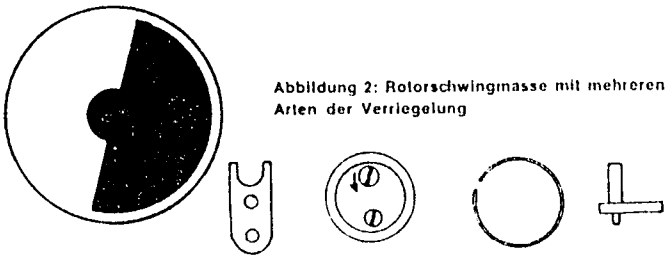


Abbildung 2: Rotorschwingmasse mit mehreren Arten der Verriegelung

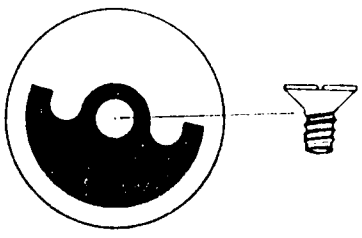


Abbildung 3: Rotorschwingmasse mit Schraubenachse, von unten einschraubbar

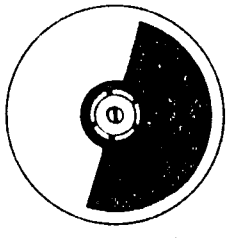


Abbildung 4: Rotorschwingmasse mit Kugellager wie bei ETERNA

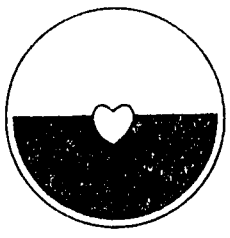


Abbildung 5: Rotorschwingmasse mit Exzenter, besonders bei OTERO und IWC zu finden

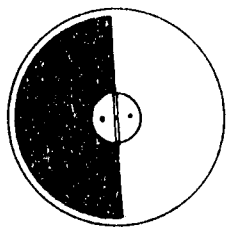


Abbildung 6: Rotorschwingmasse mit Achsengesperr (Rolex)

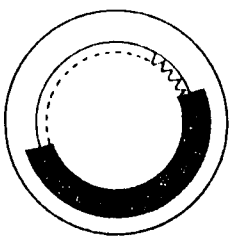


Abbildung 7: Ringrotor sehr wenig im Umlauf

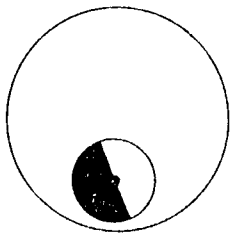


Abbildung 8: Planetenrotor, vielversprechend für die Zukunft, da flachste Ausführung und separate Aufzugsanordnung (Universal sowie Buren)

Ein Punkt sei an dieser Stelle jedoch hervorgehoben, der für die Uhrenindustrie von besonderem Interesse ist:

Alle Rotorschwingmassen (außer dem Planetenrotor) weisen durch ihre große „Ausladung" am größten Durchmesser ein gewisses Spiel auf (siehe Abbildung 9). Nun kommt es vor, daß dieses Hohenspiel nach längerer Zeit größer wird und *der Rotor daher* mit dem nächstliegenden Uhrenteil kollidiert. Die Spuren dieser

Ausladung des Rotors

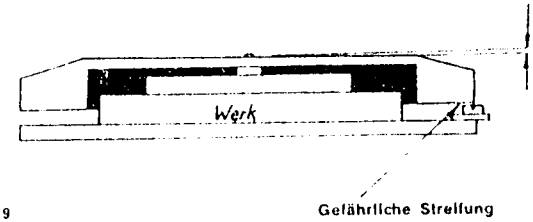


Abbildung 9 **Gefährliche Streifung**

Kollision sind dann leider markant sichtbar, denn entweder zeigt die Oberseite des Rotors Abschleifstellen, oder es findet sich feinster Staub auf den Werkteilen. Einige Rotorarten sind zudem mit Blei ausgelegt. Wenn nun eine Werkschraube in gefährlicher Nähe des Rotors steht, so läßt sich dieser Metallstaub logisch erklären.

Nun kann man bekanntlich die Passung „Rotorachse – Rotorlager" *gar nicht genau genug* machen. Dabei spielen natürlich die Länge der Führung, die Oberflächenbeschaffenheit und Härte der Teile eine wichtige Rolle. Aber hier scheiden sich die Geister, denn *hier* kann man schon einen wesentlichen Unterschied zwischen einer guten und einer billigen Automatic herauslesen.

Ebenso ist auch der nächste Punkt *ein echtes Qualitätsmerkmal* der Selbstaufzuguhr: Die Verriegelung, ein technisch bedeutsamer und qualitativ entscheidender Punkt, sollte auf jeden Fall sehr beachtet werden. So billige Riegel, wie sie Abbildung 10 zeigt,



Abbildung 10: Billige, unzulängliche Verriegelung

sind unzureichend und tragen dazu bei, daß der Rotor oftmals schon nach kurzer Zeit klappert. Abschürfungserscheinungen und andere Fehlerquellen sind dann meist die Folge.

Weiterhin seien hier die Automatic-Hersteller gebeten, doch die einteilige Schleppfeder *nicht mehr* zu verwenden, denn die zweiteiligen sind in der Werkstatt sympathischer. Schließlich kann man dann *eine gewöhnliche Nivaflexfeder einsetzen*, wenn die Feder einer Automatic aus irgendeinem Grunde ersetzt werden muß; bei angenietetem Endstück aber wird man sie meist erst bestellen müssen. Außerdem werden nur wenige Werkstätten auch diese bestimmte Federart in allen Abmessungen vorrätig haben. Die normale Nivaflexfeder dagegen dürfte sebst im kleinsten Einmannbetrieb in ausreichender Zahl vorhanden sein.

Leider ist es übrigens nicht allzu selten, daß man beim Zerlegen des Aufzuggeleges stark deformierte, abgenutzte Uhrenteile vorfindet. Vorwiegend handelt es sich dabei um *Spannräder, Spannklinken und Klinkenräder*. Es lohnt sich also, einige Ersatzstücke dieser Verschleißteile vorrätig zu halten. Müssen diese Teile jedoch bestellt werden, empfiehlt es sich, von jeder Sorte zwei zu nehmen, um für spätere Reparaturen derselben Art in jedem Falle gewappnet zu sein.

Es darf noch gesagt werden, daß der Kunde eine prompte, schnelle Reparatur seiner Automatic *zu schätzen* weiß. Wenn er also wegen defekter Teile länger als üblich, ja als versprochen zu warten hat, so wird er sich beim Kauf einer weiteren Uhr aller Wahrscheinlichkeit nach kaum für eine Automatic entschließen.

Ein Preis, der sich in gewissen, vernünftigen Grenzen hält und in echter Relation zum Wert der Uhr steht, und ... nicht zu vergessen: Die alten (defekten) Teile in einem kleinen Sichtbeutel festigen zudem einmal das Vertrauen des Käuferpublikums in Ihre Leistung, verehrter Kollege, und zum zweiten auch das Vertrauen in die automatische Armbanduhr!

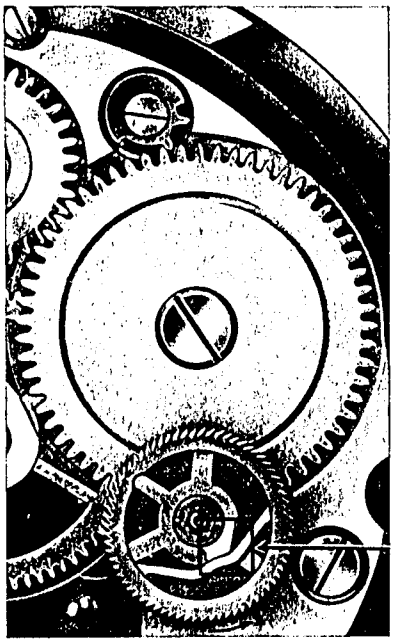
Die Vorteile der EPORA-Automatic

Nicht jede Automatic entspricht den Eigenschaften, die gutgläubig dem Kunden oft als typisches Merkmal dieser Uhrengruppe genannt werden. Neben einer einwandfreien Remontage des Grundwerkes soll das Material des Rotors und seine Funktion mit dem Automaticteil eine hohe Aufzugleistung garantieren, die wiederum einen gleichmäßigen Spannungsablauf der Zugfeder und eine einwandfreie Wirkung des Gleitzaums voraussetzt. Die Vorgänge im Federhaus sind das eigentlich viel zu wenig erkannte Problem der Automatic, d. h. der Gangreserve und Reglage. Ein ruckweise nachgebender Zaum verändert plötzlich die Federspannung und verhindert den für die Reglage notwendigen Isochronismus. Bei polierter Federhauswand findet der Zaum nicht den für die Gangreserve erforderlichen ausreichenden Widerstand. Der sich ergebende kleine Schwingungsbogen der Unruh und seine bewiesene Anfälligkeit gegen Stöße und dergleichen, zeigt sich in diesem Falle schon während der für den Spannungsablauf der Zugfeder nicht allein entscheidenden kurzen Zeitwaagenprüfung.

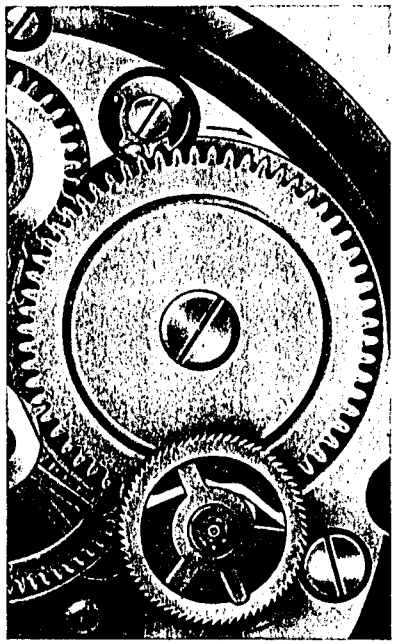
Die Federhauswandung zu fetten oder zu ölen heißt nicht, das ungelöste Problem der Reibung aufzuheben.

Diese kritische technische Situation wurde von den EPORA-Uhrenfabriken zu dem Zeitpunkt erkannt, als die Automatic angesichts der elektrischen Armbanduhr ihre Vollkommenheit beweisen mußte. In den OTERO-Uhrenrohwerken entstand die viele Fehlerquellen ausschließende einfachste Automatic der Welt, die mit einem Minimum an Bauteilen und der w-förmigen Stabfederkupplung Oterotest (DBPa, Auslandspatente) alle bisherigen Mängel ausgeschlossen und dem gewissenhaften Fachmann die besten Verkaufsargumente gegeben hat. Die Frage, ob die Federhauswandung im Sinne einer gleichmäßigen Reibung des Gleitzaums nicht galvanisiert werden sollte, ob sie bei der Anwendung von Graphit oder eloxiertem Aluminium vorteilhafter ist, interessierte nicht mehr, weil die Feder dank der Oterotest-Einrichtung mit einem normalen Haken versehen wurde und ihre Länge den Raum nützen konnte, der durch den Wegfall des Gleitzaums gespart wurde.

1

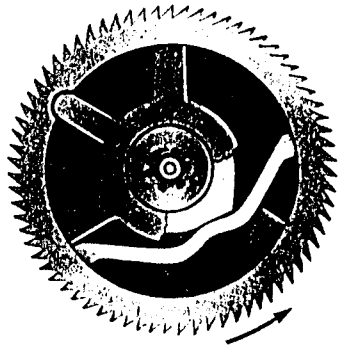


2

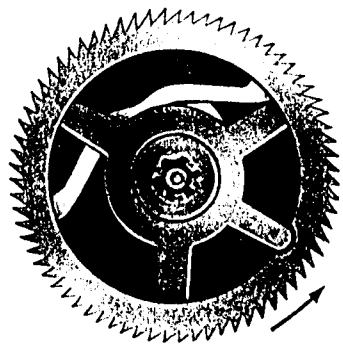


A

3



4



Bilder 1 und 3 zeigen den Aufzug

Die Stabfeder des Klinkenrades (Bild 3 zeigt es in Vergrößerung) liegt an der Nocke seines Triebs an und nimmt es mit. Das Trieb des Klinkenrades treibt das Sperrad an. Der Sperrkegel gleitet aus.

Bilder 2 und 4 zeigen den Leerlauf

Der Widerstand der aufgezogenen Zugfeder überträgt sich über Sperrad-Klinkenradtrieb auf die Nocke. Die Stabfeder weicht dem Widerstand aus. Das Klinkenrad läuft leer. Der Sperrkegel rastet ein. Sein Rücklauf beseitigt eine eventuelle Kraftspitze. Bild 4 zeigt das Klinkenrad in Vergrößerung. Der wirksame Teil der Stabfeder befindet sich links von der Nocke.

A = Diejenigen Teile der Klinkenradfederung, die das Zusammenwirken von der Stabfeder und der Nocke des Klinkenradtriebs verdecken, sind bei Abbildung 1 und 3 weggelassen worden



FACHGROSSHANDLUNG
IN UHREN · FURNITUREN
UHRMACHER-WERKZEUGEN

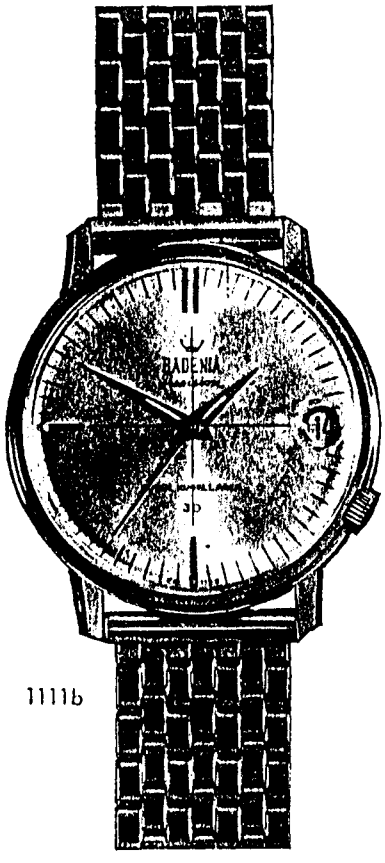
Sigler+Krauss
O.H.G.
Nürnberg
Sterngasse 11

Die gewonnene Länge ergab eine der Konstanz des Schwingungsbogens der Unruh entgegenkommende Elastik und damit einen wesentlichen Vorteil für die Reglage. Das Geheimnis des Oterotest-Patentes ist die während des Aufzugs an der Nocke des Klinkenradtriebes anliegende Stabfeder, deren Wert so bemessen ist, daß sie dem Widerstand der aufgezogenen Zugfeder ausweicht und das Klinkenrad leer laufen läßt. Der Sperrkegel rastet ein und beseitigt im Rücklauf die eventuelle Kraftspitze. Dem Fachmann ist es bei dieser Einrichtung mittels des Handaufzuges möglich, die Aufzugleistung festzustellen und sich von der Wirkung der Stabfederkupplung zu überzeugen.

Oterotest erübrigt die sich aus dem wechselnden Reibungswiderstand des Gleitzaums ergebenden Schwierigkeiten, die häufig zu unrationellen Nacharbeiten und Versuchen geführt haben — bei Reparaturen und auch bei neuen Uhren. Das mit der Stabfederkupplung Oterotest versehene Klinkenrad ist das einzige Rad des Automaticteils. Es steht mit den beiden durch die Exzenterwirkung des Rotors bewegten gefederten Klinken in Verbindung, die, unabhängig von Links- oder Rechtsdrehung des Rotors, das Klinkenrad in der gleichen Richtung bewegen und damit die Zugfeder spannen. Die hohe Aufzugsleistung beweist sich, wenn der Rotor mit dem Putzholz einen halben Umgang nach jeder Richtung gedreht wird und dabei zwei bis drei Zähne aufzieht. Da keine Kraft durch einen Gleitzaum verlorengehen kann, wird selbst bei minimalsten Armbewegungen eine Gangreserve von 45 Stunden erreicht. Das sich bei stark reibendem oder sich festsetzendem Gleitzaum leicht auftretende Prellen ist bei der Oterotest-Stabfederkupplung unmöglich. Darum hat sie wesentlich zum guten Ruf der Automatic beigetragen, die nur in solcher Vollkommenheit ein wirksamer Konkurrent der elektrischen Armbanduhr bleiben kann.

Von großer Bedeutung ist das schnelle Zerlegen und Zusammensetzen des gesamten Automaticteils der EPORA, das der Rationalisierung am Werktisch vollauf entspricht. Gegenüber den konventionellen Bauarten mit ihren möglichen Lager- und Eingriffsfehlern ist hier sozusagen mit einem Blick eine umfassende Kontrolle möglich. Im Gespräch mit bekannten Fachleuten stellte ich immer wieder fest, daß die seit 1957 ausschließlich verwendete Oterotest-Einrichtung das Vertrauen des Verbrauchers in die Automatic wesentlich gesteigert und zu einer entsprechenden Erhöhung der Umsätze beigetragen hat. Die besonders flachen Werke Kaliber 78 und 782 vereinigen mit der automatischen Vollkommenheit die Eleganz des Aussehens, die durch schnittige klassische Gehäusegestaltung und diesen Formen gemäße Blätter und Zeiger unterstrichen wird.

Die das Verkaufsgespräch und seine fachliche Kompetenz unterstreichende Kontrolle der Werke durch EPORA begnügt sich nicht mit kurzfristigen Zeitwaagenprüfungen. Sie umschließt größere Zeitabschnitte, bei denen sich der Vorteil der nahezu konstanten Zugfederkraft in einer einwandfreien Reglage erweist. Die gewissenhafte Kontrolle der Gangreserve in Verbindung mit einer mechanischen Prüfung der Rotorleistung macht die EPORA-Automatic zu einem Objekt, das im Fachgeschäft jederzeit guten Gewissens als ungewöhnliche Uhr verkauft werden kann. Dem Fachgeschäft bleibt bei der Reparatur dieses „Ei des Kolumbus" nicht erspart, die jeweilige Ölgruppe zu verwenden, die nach den Erfahrungen von OTERO für die jeweilige Funktion besonders geeignet ist. Die EPORA-Geschäftsstelle, Pforzheim, Postfach 449, liefert gern die angeforderten mit technischen Erläuterungen versehenen Prospekte.



1111b

Die BADENIA Kugellager-Automaten

Es ist durchaus kein Zufall, daß sich leistungsfähige Uhrenfabriken nach wie vor der Vervollkommnung mechanischer Selbstaufzuguhren mit größter Sorgfalt widmen. Oft dauert es Jahre, bis neue Konstruktionen völlig ausgereift auf dem deutschen Markt erscheinen.

Unsere Besprechung befaßt sich im vorliegenden Falle mit den Badenia Kugellager-Automaten, konstruiert und hergestellt durch die Uhrenfabrik Badenia, Jaissle & Co KG, Pforzheim. Diese Selbstaufzuguhren, schon 1956 entworfen und erst seit einem Jahre durch den Fachgroßhandel in Deutschland vertrieben, haben zwei entscheidende technische Kennzeichen:

— Das großdimensionierte und durch seine Präzision keine Einstellung erfordernde Kugellager, sowie

— den aus nur zwei losen Teilen bestehenden Selbstaufzugsmechanismus nach dem Hebelprinzip.

Ordnet man die Selbstaufzugssysteme in zwei Gruppen, die Rädersysteme (AS — Eterna usw.) und jene, die nach dem Exzenterprinzip mit einem oder mehreren Hebeln arbeiten (Eppo — IWC, etc.), so kann man den Badenia-Mechanismus letzterer Kategorie zuordnen.

Kugellager finden seit wenigen Jahren in einigen Markenuhren als Lagerung von Schwermetallmassen Verwendung, seit fünf Jahren auch bei den Badenia Kugellager-Automaten. Vorteile der Kugellagerung sind vor allem leichtester Lauf, die Schwungmasse selbst bei geringsten Armbewegungen pendeln lassend. Dieser Effekt, im Verein mit dem die Schwerkraft übertragenden Hebelsystem, bewirkt sicheren Aufzug bei geringsten Bewegungen.

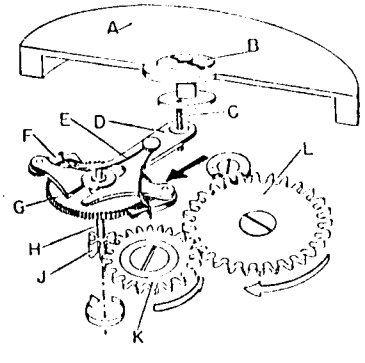


Abbildung 1

Das Aufzugprinzip, das allen Badenia Stahl- und Rubin-Kugellager-Automaten einheitlich gemeinsam ist, wird in Abbildung 1 schematisiert:

Diese Abbildung zeigt den Rotor A, der auf der Rotorachse mittels Schraube befestigt ist. Diese Schraube reguliert, im Gegensatz zu einem anderen Kugellager, nicht das Spiel des Kugellagers und kann beliebig fest angezogen werden.

An der Unterseite der Rotorachse ist ein exzentrischer Stift C eingesetzt. Dieser Stift C greift in ein Rubinsteinlager im Automatenhebel D. Der Automatenhebel D hat eine längliche Gleitbahn, in dem das Automatenrad G läuft. Die Lagerung des Automatenrades befindet sich jedoch in der nicht abgebildeten Automatenbrücke und in der ebenfalls nicht abgebildeten Federhausbrücke (Kaliber 127) bzw. Platine (Kaliber 1128). Zwei Transportklinken F und H, die im Uhrzeigersinn auf dem Automatenhebel verschraubt sind, greifen in das wolfsverzahnte Automatenrad G ein. Das Trieb J des Automatenrades G greift seinerseits in das Kronrad K ein, das wiederum das Sperrad L bewegt, das die Zugfeder über den Federhauskern spannt. Die auf dem Automatenhebel D fest vernietete Blattfeder E verleiht den Transportklinken F und H den notwendigen Anpreßdruck in Richtung Automatenrad G.

Die Funktion (Abbildungen 1 und 2):

Das Badenia Hebelsystem spannt die Zugfeder kontinuierlich bei jeder Bewegung des Rotors, gleich in welchem Drehsinne. Daher wird zur Beschreibung nochmals auf Abbildung 1 zurückgegriffen:

Dreht sich der Rotor A, so zieht oder drückt der Exzenterstift C den Automatenhebel D. In der Abbildung 1 ist die Bewegung eine drückende — wie durch den starken schwarzen Pfeil angezeigt —, so daß die Transportklinke H das Automatenrad G im Uhrzeigersinne bewegt. Die Transportklinke F springt hier über. Der Automatenhebel D gleitet vor, geführt von der Nute in der Achse des Automatenrades G. Das Trieb J greift in das Kronrad K, das als Untersetzungsrad Funktion hat. Das Kronrad K überträgt die Kraft über das Sperrad L auf den Federkern und spannt die Feder.

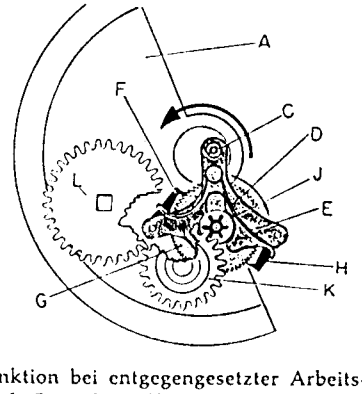


Abbildung 2

In Abbildung 2 wird die Funktion bei entgegengesetzter Arbeitsweise gezeigt: Der Exzenterstift C, im Eingriff mit dem Automatenhebel D, zieht diesen Hebel. Die Drehrichtung des Rotors ist durch den auf Abbildung 2 ersichtlichen starken schwarzen Pfeil erkenntlich. Die Transportklinke F greift in das Automatenrad ein und dreht es im Uhrzeigersinne. (Da beide Klinken F und H in Uhrzeigerrichtung stehen, kann das Automatenrad funktionsgerecht nur in dieser Richtung bewegt werden. Gleichzeitig dient diese Stellung der Transportklinke F und H dazu, den Rücklauf des Automatenrades D zu sperren.)

In Abbildung 2 überspringt die Klinke H. Die Führungsnut, im Gleitsitz im Trieb J, gibt dem Automatenhebel D die notwendige Führung, wenn er kolbengleich von Exzenterstift C vor- und rückwärts bewegt wird.

Aus vorstehenden Funktionsbeschreibungen ist leicht zu ersehen, daß der Rotor A, gleich in welcher Fallrichtung er sich bewegt, durch den Exzenterstift C den Automatenhebel D in gleicher Weise wie ein Lokomotivkolben in Bewegung setzt. Obgleich der Rotor sich dreht, wird der Automatenhebel nur vor- oder zurückgeschoben und ebenso, ob der Automatenhebel D sich vor- oder zurückbewegt,

wird entweder die eine Transportklinke F, oder die andere Transportklinke H, ins wolfsverzahnte Automatenrad G eingreifen und hier auf die umgesetzte Schwerkraft übertragen.

Beschreibung der unterschiedlichen Merkmale der Caliber 127 und 1128

Das Cal. 127 ist im Grundwerk verschieden vom Cal. 1128. Somit ist auch die Automatenbrücke M des Cal. 127 der Abbildung 3 nicht austauschbar mit der des Cal. 1128 der Abbildung 4. Ebenso ist das Automatenrad G der beiden Abbildungen 3 und 4 nicht austauschbar, da verschieden in der Höhe des Triebes J. Alle übrigen Teile des Selbstaufzugaufbaues sind jedoch voll austauschbar, selbst die Kugellager.

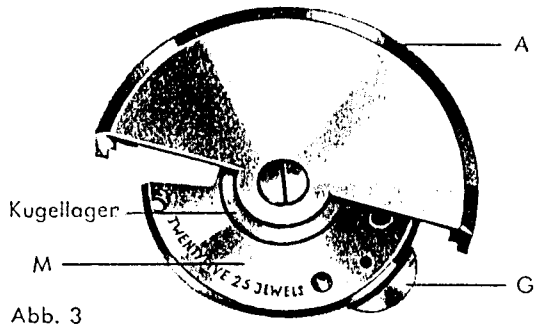


Abb. 3
Automatenaufbau Cal. 127

Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der beiden Kaliber sind somit aufgezeigt:

Unterschiedliches Grundwerk, das Cal. 1128 hat ein flacheres und nur 3,6 mm hohes Grundwerk, das Grundwerk des Cal. 127 ist mit 4,5 mm etwas höher;

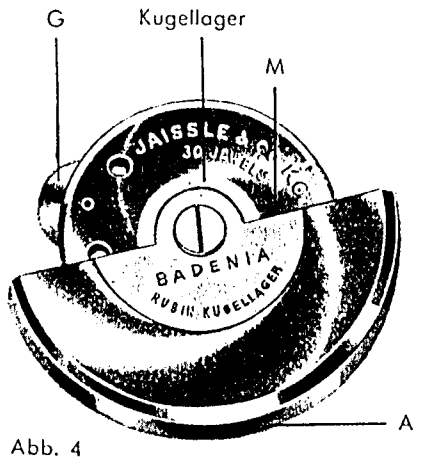


Abb. 4
Automatenaufbau Cal. 1128

Rubinkugeln im Kugellager des Cal. 1128 statt Stahlkugeln im Cal. 127. Die Rubinkugeln höchster Präzision zeichnen sich durch noch größere Härte und somit noch bessere Rolleigenschaften zufolge geringerem Reibungskoeffizienten aus.

Weitere Unterscheidungsmerkmale der beiden Uhrengruppen:

a) Badenia Stahlkugellager-Automaten
Endverkaufspreis ab DM 59,— bis 76,—
Werk Normalhöhe 4,5 mm — Regulierung —o +45 in vier Lagen — Werk feingeschliffen — 17 und 25 Steine — Stahlkugellager — große MS-Unruh ohne Schrauben — Nivarox II Spirale mit Ansteckpunkt — Cehaflex-Zugfeder — Schweizer Trishock-Stoßsicherung — MS-Anker vernickelt — Gehäuse vergoldet ⌀ 34 mm — Zifferblätter mit gedrehtem Relief.

b) Badenia Rubinkugellager-Automaten
Endverkaufspreis ab DM 105,— bis 140,—
Werk flach 3,6 mm — Regulierung —o +30 in vier Lagen — Werk diamantiert — 30 Steine (davon 6 Rubinkugeln) — Rubinkugellager — Berylliumunruh mit 16 Schrauben — Nivarox I Spirale mit Ansteckpunkt — Nivaflex-Zugfeder — Schweizer Monorex-Stoßsicherung — polierter Stahlanker — Gehäuse Goldplaqué 20/000 ⌀ 36 mm — Zifferblätter diamantiert.

Die Grundwerke beider Kaliber sind in Abbildung 5 und 6 dargestellt, wie ersichtlich solide und ausgereifte Massivwerke mit Steinpalettengang; sie zu beschreiben, erübrigt sich.

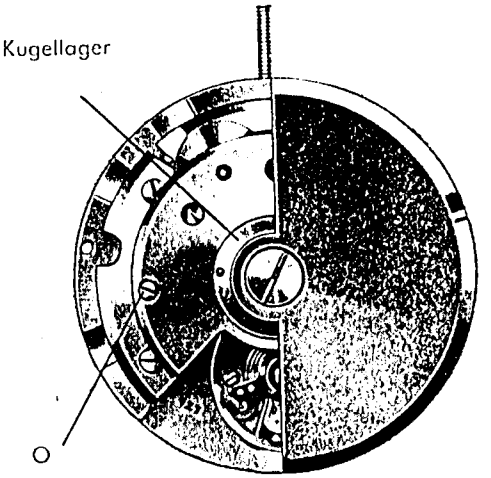


Abb. 5
Cal. 127

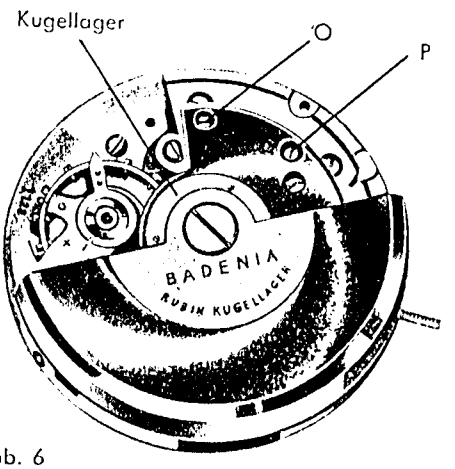


Abb. 6
Cal. 1128

Reinigung

Die Reinigung der Badenia Kugellager-Automaten ist so einfach, daß es kaum einer Beschreibung bedarf:

Nach Lösen der Schrauben O und P (Abbildungen 5 und 6) läßt sich das Automatensystem beider Werke (Cal. 127 und 1128) leicht abheben. Das Automatenrad G wird gleichzeitig gelöst. Die Reinigung der Uhrteile kann alsdann wie bei anderen Uhren vorgenommen werden, wobei keine weitere Demontage des Automatensystems erforderlich ist. Das Grundwerk wird wie üblich gereinigt.

Beim Zusammenbau ist zu ölen:

Kugellager mit leichtem Öl, sparsam
Schraube der Transportklinke F und H
Exzenterstift C
Gleitbahn des Automatenhebels

Die Automaticteile

In Abbildung 7 sind die beiden einzigen losen Teile der Badenia Kugellager-Automaten fotografisch dargestellt. Es handelt sich um den Automatenhebel B und das Automatenrad G. Wie bei anderen Hebelsystemen, ist auch bei der Badenia Kugellager-Automatic die Härte der Transportklinken F und H auf diejenige des Automatenrades G abgestimmt. Verschleiß ist hier nicht möglich.

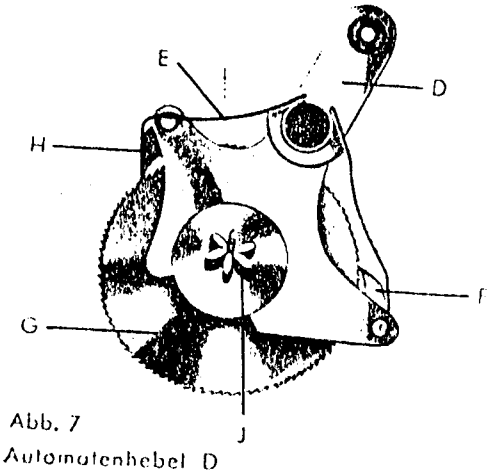


Abb. 7
Automatenhebel D
mit Automatenrad G

Das Kugellager

In Abbildung 8 ist das Kugellager im Querschnitt schematisch dargestellt, als Draufsicht fotografiert.

Das Kugellager der Badenia, übrigens eines der flachsten seiner Art, ist im Gegensatz zu anderen so montiert, daß keinerlei Nachjustierung notwendig oder möglich ist. Wie aus der Querschnittszeichnung ersichtlich, sitzt der Konus im Preßsitz im Kugellagerring ohne Spiel. Die Schraube für die Rotorbefestigung befestigt die Ro-

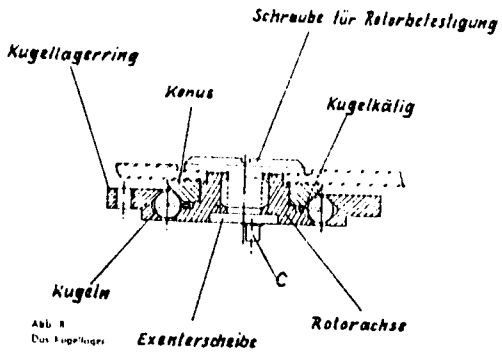


Abbildung 8 a

torscheibe in der Rotorachse. Der Sitz der Rotorscheibe auf dem Konus bewirkt keinerlei Veränderung des Kugelspiels, ist jedoch eine zusätzliche Sicherung. Tatsächlich haben Versuche gezeigt, daß die Kugellager der Badenia noch völlig einwandfrei und ohne Toleranzüberschreitung arbeiten, wenn andere Teile der Uhr durch übermäßige Schlagbeanspruchung zerstört sind.

Für den Fachhändler sind Neuerscheinungen besonders dann von Bedeutung, wenn deren technische Unterscheidungsmerkmale zu überzeugenden und erfolgsicheren Verkaufsgesprächen herangezogen werden können. Da die Badenia Kugellager-Automaten auch vom Preis her eine wirksame Hilfe im Verkauf sind, erscheinen sie

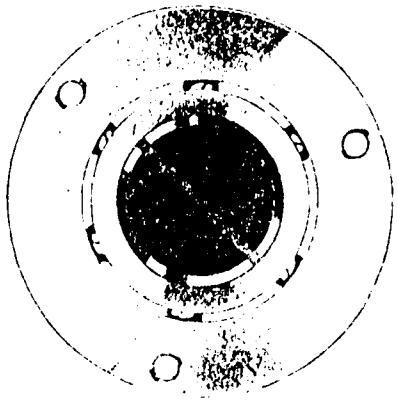


Abbildung 8 b: Das Kugellager

ebenso unter diesem Blickwinkel als echte Bereicherung des A
gebotes.

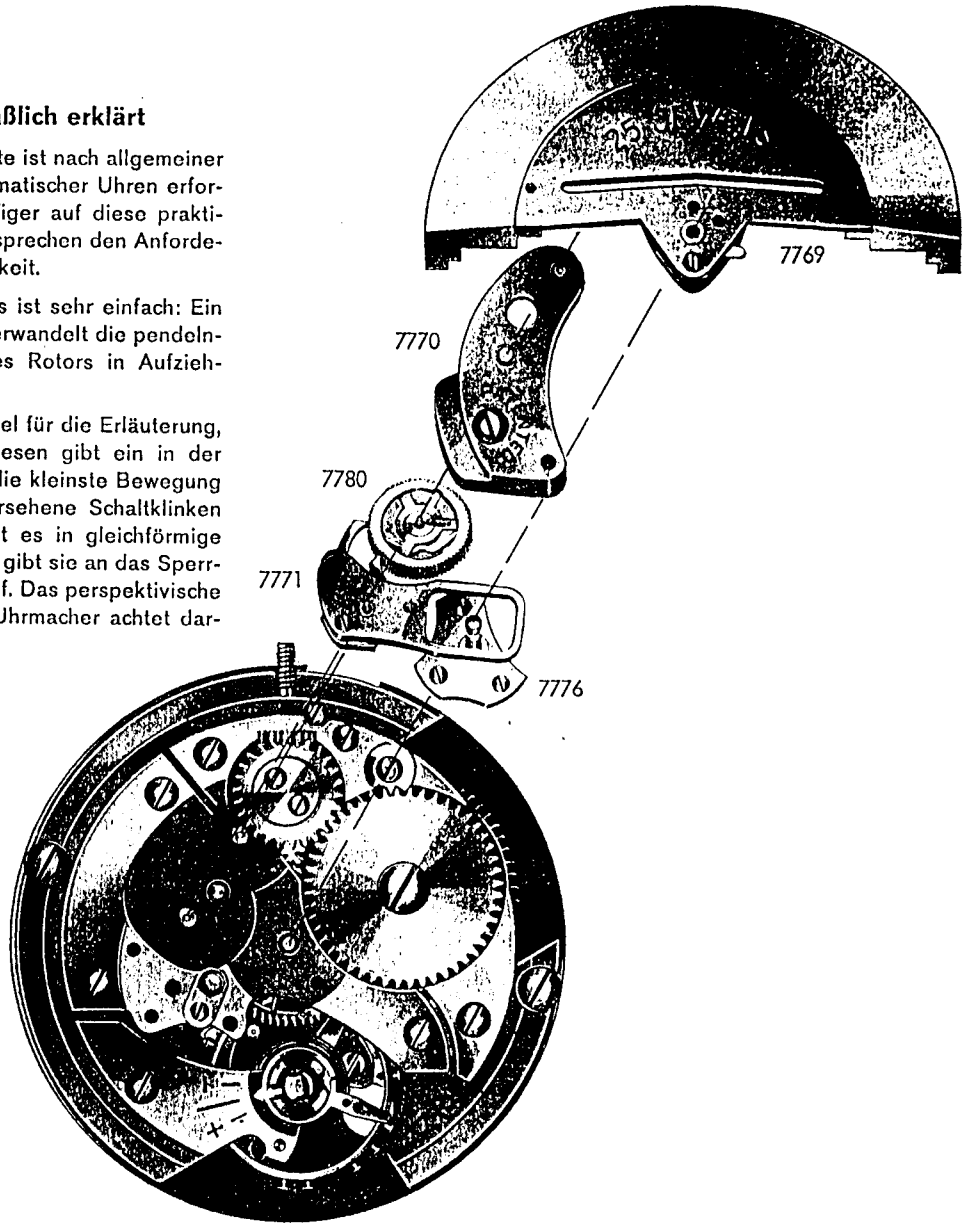
Der Verkauf erfolgt ausschließlich über den führenden Fachgro
handel an den Facheinzelhandel.

Die automatische Uhr — leicht faßlich erklärt

Zur Umsatzsteigerung der Fachgeschäfte ist nach allgemeiner Auffassung ein stärkerer Verkauf automatischer Uhren erforderlich. Er ist zu erreichen, wenn häufiger auf diese praktischen Uhren hingewiesen wird. Sie entsprechen den Anforderungen der Mode wie auch der Genauigkeit.

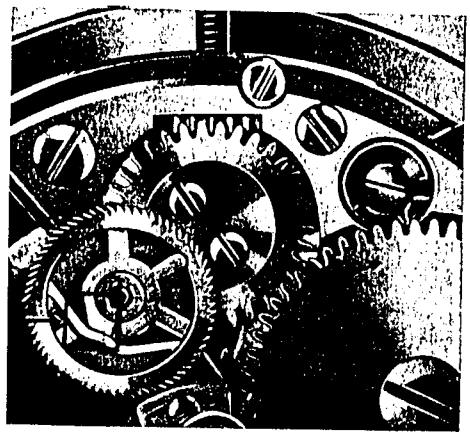
Der Aufbau des automatischen Aufzugs ist sehr einfach: Ein mit Rubinrollen versehenes Getriebe verwandelt die pendelnden oder kreisenden Bewegungen des Rotors in Aufziehleistung.

Wir nehmen hier ein bestimmtes Beispiel für die Erläuterung, die Otero-Kaliber 77 und 772. Bei diesen gibt ein in der Rotorwelle gelagerter Stift jede, auch die kleinste Bewegung des Rotors über zwei mit Rubinen versehene Schaltklinken an das Klinkenrad weiter und versetzt es in gleichförmige Umdrehung. Das Trieb des Klinkenrads gibt sie an das Sperrad des Uhrwerks weiter und zieht es auf. Das perspektivische Bild 1 zeigt diesen Selbstaufzug. Der Uhrmacher achtet dar-



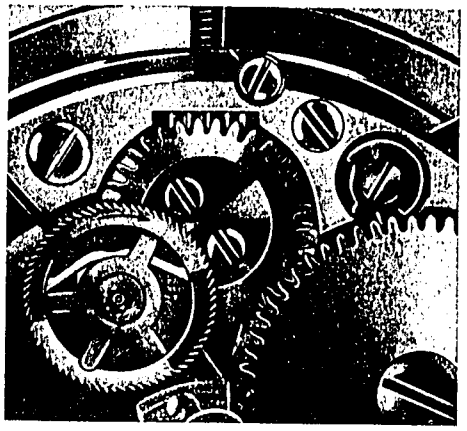
Diese Abbildung zeigt den übersichtlichen Aufbau des Selbstaufzugs der Kaliber 77 und 772

Bild 1



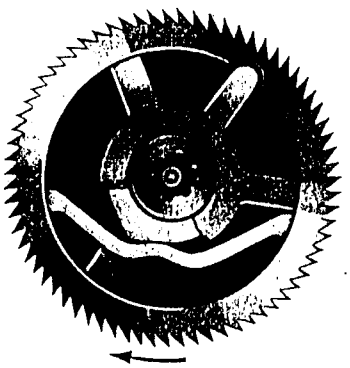
2

Die Bilder 2 und 4 zeigen den Aufzug. Die Stabfeder des Klinkenrads (vergrößert in Bild 4) liegt an der Nocke seines Triebs und nimmt es mit. Das Trieb treibt das Kronrad an. Der Sperrkegel gleitet aus

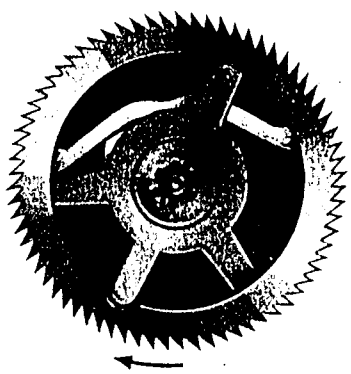


3

Die Bilder 3 und 5 zeigen den Leerlauf. Der Widerstand der aufgezogenen Zugfeder überträgt sich über Sperrad – Kronrad – Klinkenradtrieb auf die Nocke. Die Stabfeder weicht aus. Das Klinkenrad läuft leer: Der Sperrkegel läuft zurück und entspannt die Zugfeder. (Der wirksame Teil der Stabfeder befindet sich in Bild 3 und 5 rechts von der Nocke des Klinkenradtriebs)



4



5

A (s. oben in Bild 2). Diejenigen Teile der Klinkenradfederung, die das Zusammenwirken der Stabfeder und der Nocke des Klinkenrad-Triebs verdecken, wurden bei den Abbildungen 2 und 4 weggelassen

auf, daß bei jeder Rotorumdrehung 3–4 Zähne des Klinkenrades bewegt werden und erkennt daran, daß der Aufzug gut funktioniert und innerhalb weniger Stunden die Gangreserve bildet.

Wenn die Zugfeder (die mit einem festen Haken in der Federhaus-Innenwand befestigt ist) genügend aufgezogen ist, trennt die im Klinkenrad untergebrachte Kupplung „Oterotest" den Selbstaufzug und das Uhrwerk. Der Selbstaufzug läuft leer. Die Zugfeder wird nicht mehr belästigt. Die Oterotest-Kupplung arbeitet selbsttätig und schaltet den automatischen Aufzug wieder ein, sobald es nötig ist. Dieser Selbstaufzug reicht auch bei Menschen aus, die wenig Bewegung haben.

Die Abbildungen 2–5 zeigen, wie die Klinkenrad-Kupplung funktioniert. Solange die Zugfeder wenig gespannt ist, liegt die w-förmige Stabfeder an der Nocke des Klinkenrad-Triebs an und nimmt diese mit, wenn das Klinkenrad durch die Klinken bewegt wird. Ist die Zugfeder nahezu aufgezogen, dann macht sich an der Nocke des Klinkenrad-Triebs ein zunehmender Widerstand bemerkbar, solange bis die w-förmige Stabfeder ausweicht. Das Klinkenrad läuft leer. In diesem Augenblick läuft der Sperrkegel des Uhrwerks zurück und entspannt die Zugfeder in derselben Weise, wie das bei jedem guten Ankerwerk mit Handaufzug geschieht.

Wenn ein Teil der in der Zugfeder gespeicherten Energie verbraucht ist, läßt der Widerstand an der Nocke des Klinkenrad-Triebs nach. Die w-förmige Stabfeder legt sich an die Nocke und nimmt sie mit, wenn durch Bewegungen des Rotors der Selbstaufzug in Tätigkeit tritt. Das geschilderte Spiel kann von neuem beginnen.

Technische Beschreibung über Konstruktion und fachmännische Pflege der IWC-Automatic

DIE ENTWICKLUNG DER IWC-AUTOMATIC

Die erste IWC-Automatic, das *Kaliber 852 für Herrenarmbanduhren*, galt als *grundlegende Neuheit* auf dem Gebiet der Konstruktion automatischer Uhren. Ihr vielbewundertes Hauptmerkmal war der ohne Zahnradgetriebe arbeitende Automatic-Mechanismus mit dem beidseitig aufziehenden, elastisch aufgehängten und auf Rubinen laufenden Rotor. In der Fachwelt erregte sie Aufsehen als die erste wirklich leicht zu reparierende automatische Uhr. Ihrer genialen Konstruktion verdankte sie ihren Erfolg.

Das *Automatic-Kaliber 44* für Damenarmbanduhren vereinigt in sich alle Konstruktionsvorteile des ersten IWC-Automatic-Kalibers für Herrenuhren und gilt dabei als eine der flachsten Damen-Automaticuhren der Spitzenklasse.

Auf der soliden Grundlage dieser Konstruktionen wurde 1964 *das neue, flachere Herren-Automatic-Kaliber 854/8541* entwickelt. Es sollte nicht nur eleganter werden, sondern wenn möglich noch genauer, noch zuverlässiger, noch dauerhafter als die früheren Konstruktionen. (Daher zum Beispiel die neuen Regulierungs-Vorrichtungen.) Die Konstrukteure der *International Watch Co* haben damit eine automatische Herrenuhr geschaffen, die – bei aller modischen Eleganz – in technischer Hinsicht beste IWC-Tradition verkörpert.

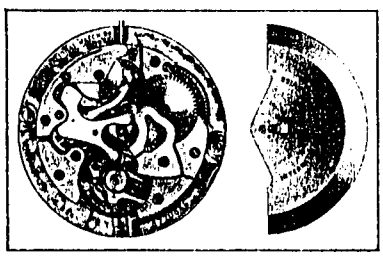


Abbildung 1: Kaliber 854/8541 in Originalgröße

Herren-Armbanduhren

Kaliber 854 Automatic und Kaliber 8541 Automatic-Kalender, Sekunde aus der Mitte, Werkdurchmesser inkl. Selbstaufzug 28,00 mm, Werkhöhe inkl. Selbstaufzug 4,80 mm.

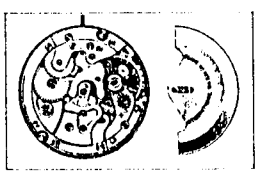


Abbildung 2: Kaliber 44 in Originalgröße

Damen-Armbanduhren

Kaliber 44 Automatic, Werkdurchmesser inkl. Selbstaufzug 17,60 mm, Werkhöhe inkl. Selbstaufzug 4,80 mm.

Merkmale

21 Rubine, Selbstaufzug (IWC-Patent), Gangreserve über 40 Stunden, Aufzugfeder unzerbrechlich, rostfrei, antimagnetisch;

Stoßsicherung am automatischen Aufzug (IWC-Patent); Incabloc-Stoßsicherung an der Unruhwelle, Spirale selbstkompensierend, antimagnetisch, Unruh aus Beryllium, antimagnetisch, außergewöhnlich große Ankerhemmung.

Schwingungszahl der Unruh: 19 800, Exzenter-Abfall-Einstellung.

Feinregulierungsvorrichtungen:

a) Kaliber 854/8541: durch Exzenter am Rückerzeiger
b) Kaliber 44: durch Trieb und verzahnten Rücker
c) beide Kaliber: Feinstregulierungsgewichte auf der Unruh

Zeigerstellung und Handaufzug durch Aufzugskrone.

Sämtliche Bestandteile auswechselbar.

Regulierung der Uhren in den verschiedenen Lagen und Temperaturen nach *individuellen*, strengsten Kontrollen.

Kalenderuhren

Automatischer Wechsel des Datums *innerhalb weniger Minuten* um Mitternacht (IWC-Patent). Verstellbarkeit des Datums durch Vor- oder Rückwärtsdrehen der Zeiger ohne Gefahr für den Mechanismus.

Anleitung zum Einstellen des Datums bei Kalenderuhren

Bei Kalenderuhren wechselt das Datum zwischen dem 31. Tag des Monats und dem 1. des folgenden automatisch. Bei Monaten mit weniger als 31 Tagen wird das Datum mit der Aufzugskrone von Hand nachgestellt, indem man die Zeiger *um zweimal 12 Stunden* vorwärts dreht. Wenn das Datum um mehrere Tage korrigiert werden muß, so werden die Zeiger auf Mitternacht gestellt. Dann wird der Minutenzeiger zwischen 23.45 und 0.15 Uhr hin- und herbewegt, wobei jede Vorwärtsbewegung das Datum um einen Tag weiterschaltet.

DER AUTOMATISCHE AUFZUG (IWC-PATENT)

Der Rotor kreist durch die Bewegung des Handgelenkes um 360° um das Zentrum *und überträgt* diese Kreisbewegung auf das Automatic-Rad (8), über dessen Trieb (9) auf das Kronrad (10)

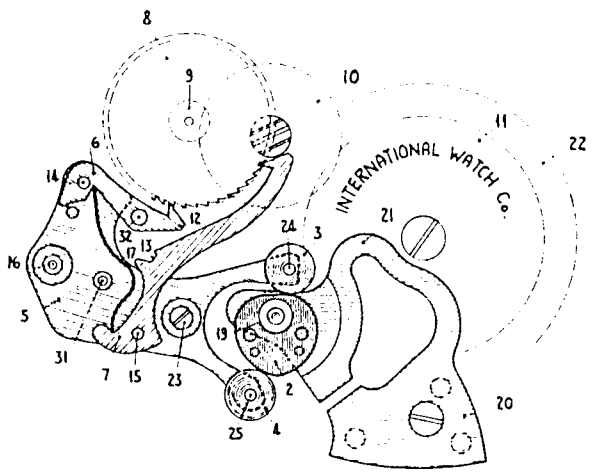


Abbildung 3: Kaliber 854/8541

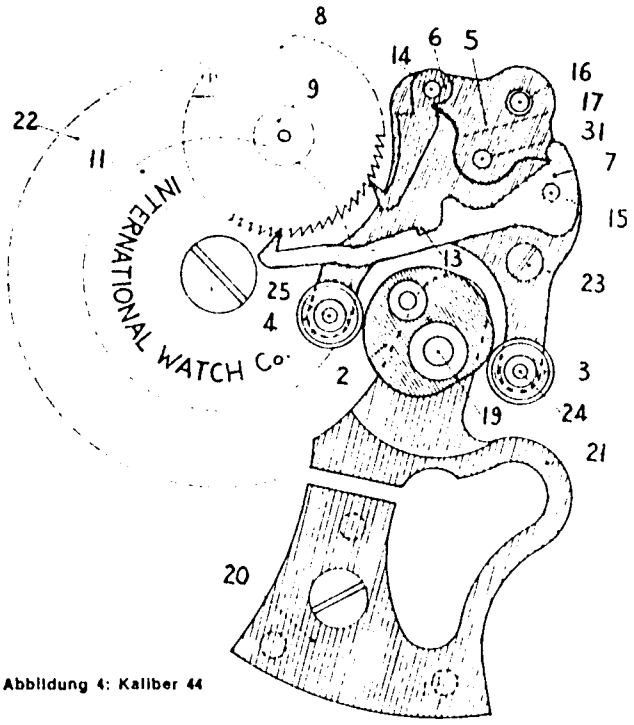


Abbildung 4: Kaliber 44

und weiter auf das Sperrad (11), welches die Feder (22) aufzieht. Der Mechanismus besteht aus vier Teilen:

a) *dem Rotor*, an dessen Unterseite das Herzstück (2) verschraubt ist;

b) *dem Wippesystem* (5), durch Schraube 23 mit einem Deckel zusammengehalten; es setzt sich zusammen aus der Grundplatte (5), den Ziehhebeln (6 und 7), der Spreizfeder (17), die auf beide Ziehhebel wirkt, und den Rollen (3 und 4);

c) *dem Automatic-Rad* (8) mit Trieb (9);

d) *der Stoßsicherungsfeder* (20), welche die Rotorachse trägt.

Alle Drehpunkte des Aufzuges sind *beidseitig* in Rubinen gelagert. Die beiden Rubine am Rotor können zum Reinigen einzeln abgenommen werden.

Funktion

Die Vor- und Rückwärtsbewegungen des Rotors und seines Herzstückes (2), drehend um Punkt 19 (oben und unten in Rubinen gelagert) werden über die Rollen (3 und 4) auf das Wippesystem (5) übertragen, welches (beidseitig in Rubinen gelagert) um Punkt 16 schwingt. Die beiden Hebel des Wippesystems (Nr. 6 mit Drehpunkt 14 und Nr. 7 mit Drehpunkt 15) übertragen *abwechslungsweise* die Schaukelbewegung des Wippesystems auf das Automatic-Rad (8) (oben und unten in Rubinen gelagert) und geben diesem den Antrieb in der Aufzugrichtung.

Damit der Mechanismus die volle Gangreserve von über 40 Stunden erreicht und perfektes Funktionieren und höchste Ganggenauigkeit gewährleistet sind, *müssen* Automatic-Uhren regelmäßig am Arm getragen werden. Natürlich können sie auch von Hand mit der Aufzugskrone aufgezogen werden. Damen-Automatic-Uhren sind während mindestens 8 Stunden täglich am Arm zu tragen.

Die Stoßsicherung des Rotors (IWC-Patent)

Ähnlich wie die Räder eines modernen Wagens einzeln gefedert sind, um Stöße aufzufangen, so sind die Achse und die Rubinlager des Rotors der IWC-Automatic *vor Fall und vor Stößen aus jeder Richtung* geschützt. Diese Stoßsicherung gestattet es, den Rotor gefahrlos auf Rubinlagern laufen zu lassen. Die Vorteile sind offensichtlich, kann doch nur ein Aufzugsystem mit Rubinlagern so leicht, sicher und dauerhaft arbeiten.

Funktion

Die Stoßsicherungsfeder (20) mit dem Federarm (21) trägt die Achse des Rotors. Bei einem Stoß weicht der Rotor *elastisch* aus, bis der Schlag vom Uhrengehäuse aufgefangen wird. Der automatische Aufzug ist also vor Stößen vollkommen geschützt, sobald die Uhr im Original-IWC-Gehäuse montiert ist.

Die erste Uhr, bei welcher der Selbstaufzug durch Hebelstellung ausgeschaltet werden kann

Für Reparaturen, zum Beispiel zum Ersetzen der Aufzugfeder oder zum Herausnehmen der Unruh oder der Hemmungsteile, muß der Selbstaufzug-Mechanismus *nicht* ausgebaut werden. Er kann durch Hebelstellung sofort ausgeschaltet werden.

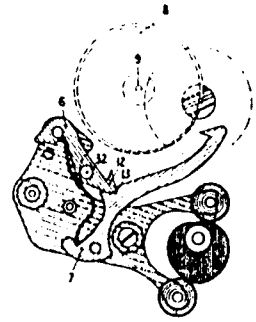


Abbildung 5: Kaliber 854/8541

Anleitung:

Der Hebel 6 wird zurückgeschaltet, bis sein Kopf (12) in die Kerbe (13) des Hebels 7 eingreift. Nun kann die Aufzugfeder entspannt und das Federhaus wie gewohnt herausgenommen werden. Ebenso sind Unruh und Hemmung ohne weiteres zugänglich. Wenn das Federhaus wieder eingesetzt ist, bewegt man den Rotor, und die beiden Hebel 6 und 7 klinken wieder in die Zahnung des

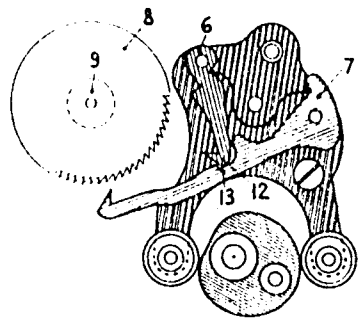


Abbildung 6: Kaliber 44

Automatic-Rades (8) ein. Diese neuartige Konstruktion *vereinfacht das Reparieren und spart Zeit.* Wenn das Werk vollständig zerlegt werden muß, löst man die Schraube nahe beim Zentrum des Rotors durch eine halbe Drehung. Dann zieht man den von der Schraube festgehaltenen Keil zurück und kann nun den Rotor abnehmen.

DIE IWC-ABFALL-EINSTELLUNG KALIBER 854/8541 (Abbildung)

Durch Drehen des Exzenters (4) kann der bewegliche Spiralklötzchenträger (2) so verschoben werden, daß *der Abfall* sehr genau eingestellt wird. Für diese Operation legt man die Uhr am besten

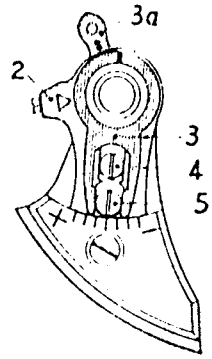


Abbildung 7: Kaliber 854/8541

auf das Mikrophon eines Uhrenkontrollgerätes. Da der Rücker die Bewegung des Spiralklotzchenträgers mitmacht, bleibt die Regulierung erhalten.

DIE IWC-REGULIERUNG

Regulierung Kaliber 854/8541 (Abbildung 7)

Für eine erste Regulierung verschiebt man den beweglichen Kopf (3a) des zweiteiligen Rückers (3). Korrekturen von mehr als ± 120 Sek./24 Std. sind zu vermeiden, damit *die Wirksamkeit der Breguet-Kurve* erhalten bleibt.

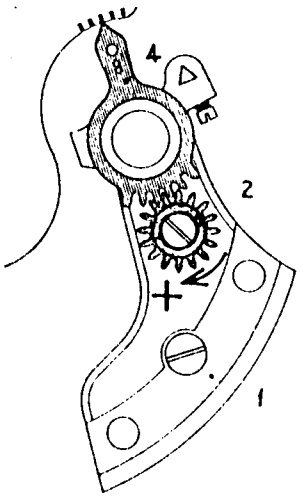


Abbildung 8: Kaliber 44

Feinregulierung Kaliber 854/8541 (Abbildung 7)

Der Rücker (3) kann durch den Exzenter (5) sorgfältig verschoben werden, wodurch Gangabweichungen von ± 10 Sek. 24 Std. *leicht korrigiert* werden können.

Feinregulierung Kaliber 44 (Abbildung 8)

Die Rückervorrichtung des Kalibers 44, *eine IWC-Erfindung*, besteht aus dem Rücker (4) und einem Trieb (2). Dank dieser neuartigen Vorrichtung können Korrekturen von weniger als 5–10 Sekunden leicht und mit Sicherheit vorgenommen werden. Dazu setzt man den Schraubenzieher leicht in die beiden Kerben des Kragens des Triebes (2) und beobachtet während des Drehens die Verschiebung des Rückerzeigers auf der Skala. Wird der Trieb (2) z. B. im Uhrzeigersinn gedreht, so verschiebt sich der Rücker auf „vor".

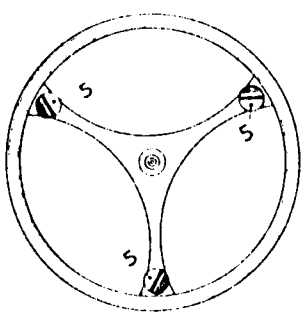


Abbildung 9: Kaliber 854/8541

Feinstregulierung Kaliber 854/8541 (Abbildung 9)
und Kaliber 44 (Abbildung 10)

Wünscht man jedoch die Uhr noch feiner auszuregulieren, so dreht man *mit einem Schraubenzieher* – stets parallel – die kleinen Gewichte (5) auf der Unruh. Diese Gewichte sind nicht verschraubt, sondern auf Stiften drehbar. Eine Hälfte ihres Kopfes ist abgeschrägt.

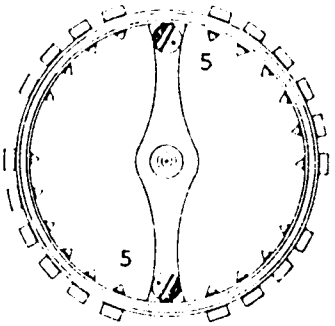


Abbildung 10: Kaliber 44

Wenn die Uhr vorgeht, dreht man die Gewichte so, daß sich deren schwere Hälften vom Zentrum der Unruh entfernen. Wenn die Uhr nachgeht, verfährt man umgekehrt.

Mit einiger Übung können so *Korrekturen von bis zu 1 Sekunde* bewerkstelligt werden.

Dank der Incabloc-Stoßsicherung können diese Korrekturen *im Werk selbst* vorgenommen werden, ohne daß man die Unruh herausnimmt.

EMPFEHLUNGEN FÜR DAS ÖLEN DER IWC-AUTOMATIC NACH DEM REINIGEN

	Öl	IWC-Nr.
Werk		
Minutenradzapfen und Kleinbodenradzapfen	931	7
Federhaus: Welle, Zapfen	Glissalube 8212	5
Innenwandung und Feder	Glissalube 8212	5
Rest des Räderwerkes inkl. Zeigerstellräder und Wechselrad	921	6
Ankerzapfen	nicht ölen	
Unruhzapfen	921	6
Ankerklauen	931	7
Zeigerwerk und Handaufzugmechanismus	OK 8214	4
Automatischer Mechanismus		
Drehpunkte 14, 15, 24 und 25: sehr wenig ölen	8200	1
Rollen 3 und 4, Umfang	nicht ölen	
Drehpunkte 9, 16 und 19	8200	1
Flügel des Triebes 9	OK 8214	4

Fachwissen - oder Protektion?

Von 400 Arbeitnehmern aus mehreren Betrieben waren 309 der Ansicht, daß für den beruflichen Aufstieg in erster Linie persönliche und fachliche Weiterbildung erforderlich ist. 18 äußerten keine Meinung. Aber *immerhin 73 behaupteten*, daß Protektion der wesentlichste Faktor für den beruflichen Aufstieg sei. Nach einem bestimmten Beispiel für Protektion gefragt, wiesen 48 Arbeitnehmer auf 19 ihnen bekannte Personen in ihren Betrieben hin. Eine Untersuchung des beruflichen Werdegangs dieser 19 Mitarbeiter kristallisierte aber nur 4 Leute heraus, die ihren Posten tatsächlich ohne besondere Anstrengungen durch persönliche Beziehungen zu Vorgesetzten oder durch verwandtschaftliche Verbindungen erreicht hatten. Die anderen 15 aufgestiegenen Fachkräfte jedoch hatten in den letzten Jahren mindestens zwei, einige aber auch bis zu sechs Weiterbildungskurse absolviert. (bpd)

Neue Patentanmeldungen

(Kurzbeschreibungen)
Bearbeitet von Zivilingenieur Edwin Zills

Verfahren und Einrichtung zum Schützen der Triebfeder von Selbstaufzuguhren gegen übermäßiges Spannen — DBP.-Anm. 83a, 34 G 23 848 (DAS 1 1952 367); bekanntgemacht am 1. August 1963. Anmelder: Gruen Watch Mfg. Co. S. A., Biel (Schweiz). Erfinder: Fred Guyot, Biel (Schweiz); acht Patentansprüche.

Um die Triebfeder von Selbstaufzuguhren gegen übermäßiges Spannen zu schützen, ist in den Aufzugkraftfluß eine Rutschkupplung eingeschaltet. Der in der Rutschkupplung wirkende Axialdruck wird in Abhängigkeit von der Zahl der Umgänge der gespannten Triebfeder verändert.

Nähere Einzelheiten der Erfindung sind aus der Zeichnung ersichtlich. Dabei zeigt

Abbildung 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht einer beispielsweisen Ausführungsform, bei welcher Schraube und Mutter konzentrisch zum Federhaus angeordnet sind;

Abbildung 2 eine Draufsicht des Gegenstandes der Abbildung 1. Bei der Ausführungsform nach den Abbildungen 1 und 2 ist die Schwingmasse bei 1 drehbar gelagert. Sie zieht die nicht dargestellte, sich zwischen dem Federhaus 2 und der Federwelle 3 erstreckende Feder auf. Die Masse liegt auf dem Arm 4 und treibt das Zahnrad 5 an, welches über den beweglichen Trieb 6 das eine oder das andere der Zwischenräder 7 und 8 in Drehung versetzt. Diese an sich bekannte Anordnung hat den Zweck, ein Aufziehen der Feder in beiden Drehrichtungen der Masse zu gewährleisten. Alle in den Abbildungen 1 und 2 eingetragenen Pfeile entsprechen dem das Aufziehen der Feder bewirkenden Drehsinn der in Betracht gezogenen Räder.

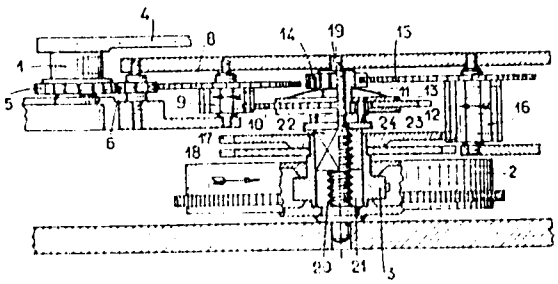


Abbildung 1

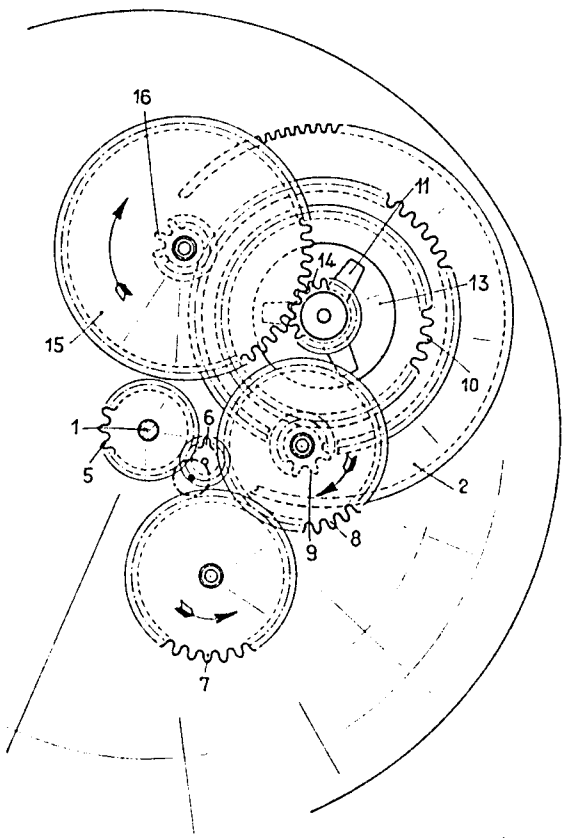


Abbildung 2

Das Rad 8 treibt über seinen Trieb 9 den Zahnring 10 an, der durch eine Feder 11 zwischen den Scheiben 12 u. 13 festgeklemmt ist. Die Scheibe 12 ist mit dem Trieb 14, die Scheibe 13 mit der Scheibe 12 drehfest verbunden. Diese mit der Federwelle 3 gleichachsigen Glieder bilden eine Rutschkupplung. Vom Trieb 14 dieser Kupplung wird die Drehbewegung auf das Rad 15 und den Trieb 16 übertragen, wobei letzterer über das Rad 17 die Federwelle antreibt. Während der Aufzug der Uhr im allgemeinen automatisch über den beschriebenenen Räderzug zwischen der Schwingmasse und der Federwelle 3 erfolgt, kann sie auch in üblicher Weise über das Sperrad 18 aufgezogen werden. Das Federhaus 2 ist mit einem Zapfen 19 verbunden, welcher zum Teil mit einem Gewinde 20 versehen ist und auf dessen glattem, oberem Teil die Kupplungsteile mit ihrem Trieb 14 drehbar gelagert sind.

Die Federwelle 3 weist ein viereckiges Loch 21 auf, in welchem eine entsprechend profilierte, mit dem Gewinde 20 zusammenarbeitende Mutter 22 axial verschiebbar angeordnet ist. Über dieser Mutter befindet sich eine Scheibe 23, auf welcher sich an der Scheibe 13 befestigte Zapfen 24 abstützen. Diese Zapfen greifen durch entsprechende Bohrungen in der Scheibe 12 hindurch. Der Zahnring 10 ist um die Zapfen 24 frei drehbar. Die Scheibe 13 ist gegenüber der fest angeordneten Scheibe 12 axial verschiebbar. Die den Zahnring 10 mit den Scheiben 12 und 13 verbindende Kupplung ist wirksam, d h. eingekuppelt, wenn die Feder 11 die Scheibe 13 gegen den Ring preßt, die ihrerseits gegen die Scheibe 12 gedrückt wird. Das ist natürlich nur dann möglich, wenn die Scheibe 23 den Zapfen 24 nicht im Wege steht.

Wenn die Scheibe 23 den Zapfen 24 jedoch im Wege steht oder diese nur leicht anhebt, nimmt der ausgeübte Druck ab oder verschwindet sogar ganz, so daß die Kupplung rutscht und unwirksam wird. Es findet also eine Begrenzung des auf die Triebfeder übertragbaren Drehmoments statt.

AUTOMATISCHES KALIBER SUPERFLACH MIT KUGELLAGER

Hauptmerkmale

Automatisches Kaliber mit Rotor und Kugellager,
28 Steine,
Durchmesser 25,3 mm, 11‴,
Höhe 3,9 mm,
direkter, großer Sekundenzeiger,
21 600 Schwingungen in der Stunde,
superflach,
einfache Konstruktion,
widerstandsfähige und groß bemessene Teile.
Gangreserve: Ungefähr 50 Stunden.

DIE AUSSCHLAGGEBENDEN VORTEILE
DER NEUEN KINGMATIC „S": MOVADO

Dünne des Werkes vereint sich mit einer soliden Konstruktion und einer außergewöhnlichen Einfachheit.

Dünne: Kingmatic „S" ist die ideale Ausführung eines dichten Werkes, bei dem man rücksichtslos das ganze, zur Verfügung stehende Volumen ausgenutzt hat. Die Dünne des Werkes wurde nicht auf Kosten und zum Nachteil der anderen, hervorragenden, wesentlichen Eigenschaften errungen: Alle Teile sind besonders groß und gut bemessen, das Zusammensetzen ist einfach, die Konstruktion solide.

Gestell für Automatvorrichtung: Die Automatvorrichtung bildet eine Gesamtheit und wird am Werk mit zwei Schrauben befestigt. Dank der revolutionären, patentierten Anordnung des Räderwerks wird sie sogar innen im Werk eingefügt und auf der Werkplatte in der gleichen Höhe wie die Federhausbrücke befestigt.

Kugellager: Es gibt der Schwingmasse eine außerordentliche Bewegungsfreiheit und begünstigt ein schnelles und sicheres Aufziehen.

Bewegliche Spiralklötzchen-Träger, patentiert: Es erleichtert aufs äußerste das Abfall-Einstellen und gibt der Regulierung die größte Präzision.

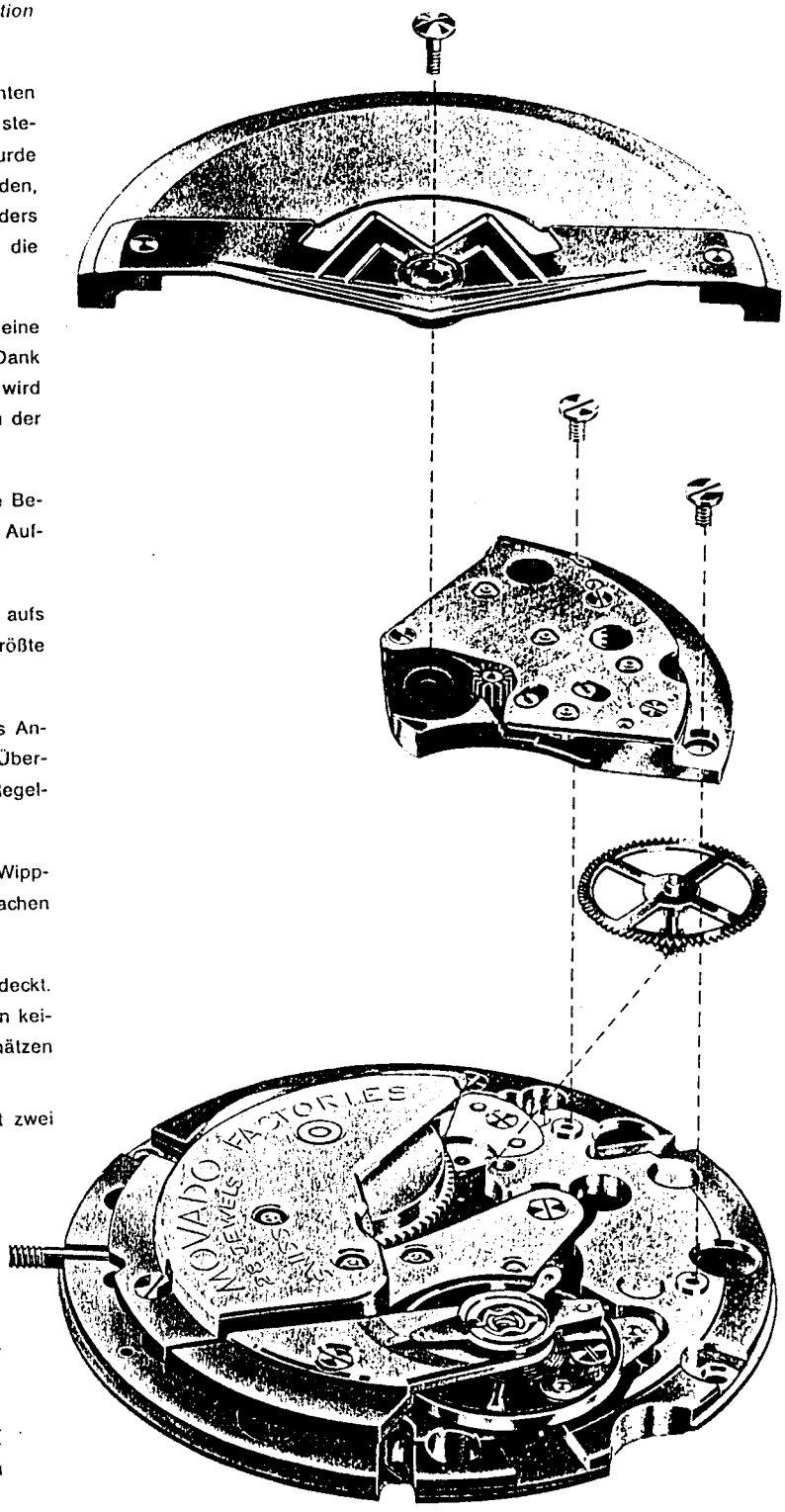
Federhaus, dem automatischen Aufzug angepaßt: Es ist aus Antikorodal 15 B, besonders bearbeitetes Material, das jede Überspannung der Zugfeder verhindert und somit eine absolute Regelmäßigkeit der Regulierung garantiert.

Zeigerstellung, patentiert: Verbesserung des sogenannten „Wippmechanismus" und ermöglicht die Verwirklichung eines einfachen Kalibers mit kleinem Durchmesser und geringer Dicke.

Die Unruh und die Spirale: Sind gut sichtbar und ganz abgedeckt. Die Spirale ist normal groß, kann sich nicht verhaken und an keinem Rad reiben, was der Uhrenreparateur besonders schätzen wird.

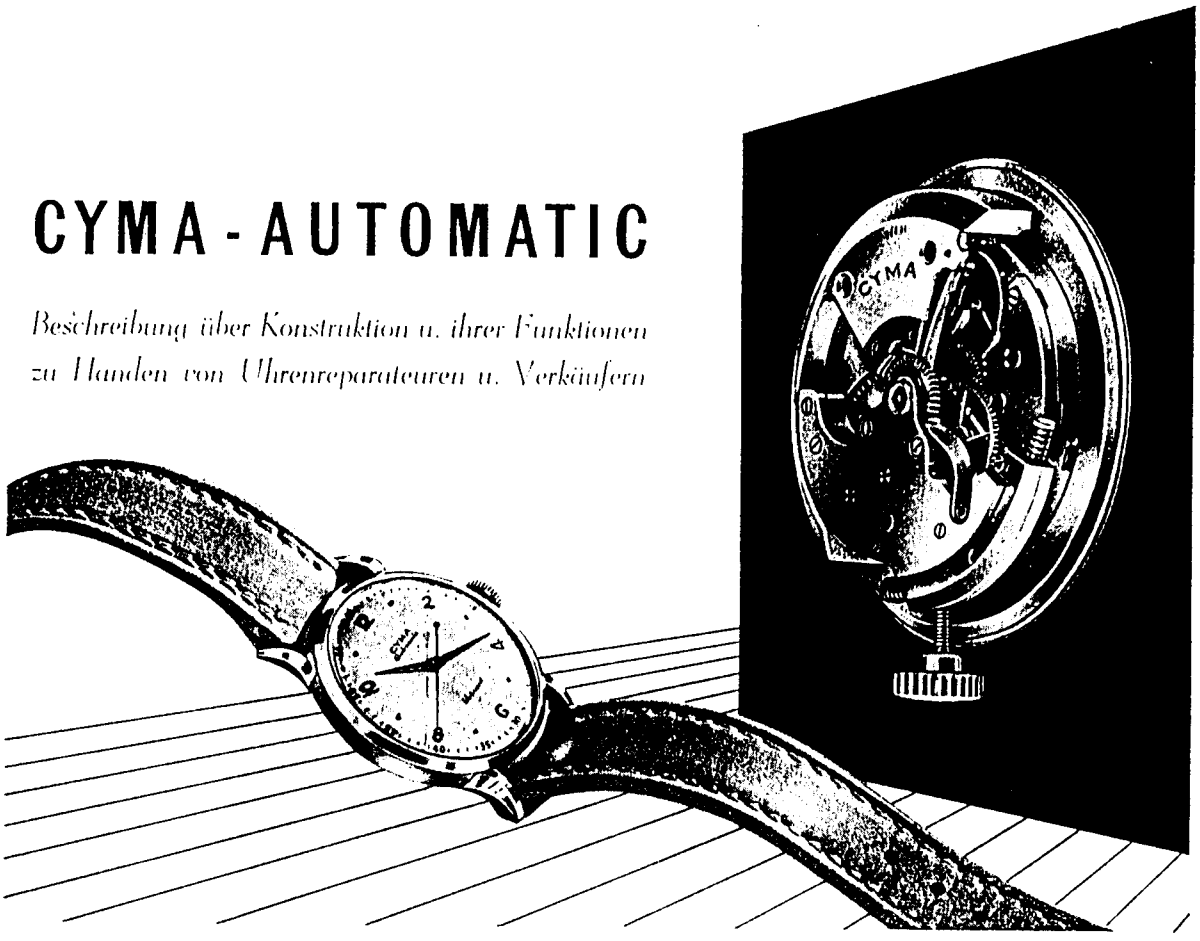
Das Gestell für Automatvorrichtung *ist abnehmbar* und mit zwei Schrauben direkt auf der Werkplatte seitlich der Federhausl befestigt (patentierte Vorrichtung). Das automatische Räd ist einfach und umfaßt nur zwei Räder, eine Sperrklinke mit und einen Wechsler. Die Schwingmasse, auf dem Kugellage tiert, ist durch eine Schraube in der Mitte des Gestells be und kann leicht weggenommen werden.

Der Zeigerstellmechanismus, patentiert, ist leicht zusamn bauen. Das Zeigerstellrad greift *in das Zeigerstellzwischenr* der besonderen Doppelzahnung ein. Die Form dieser Zähı auch die Passung des Aufzugtriebes auf der Welle wurden worfen, daß Sprünge des Minutenzeigers beim Stellen vern werden.



CYMA-AUTOMATIC

Beschreibung über Konstruktion u. ihrer Funktionen zu Handen von Uhrenreparateuren u. Verkäufern

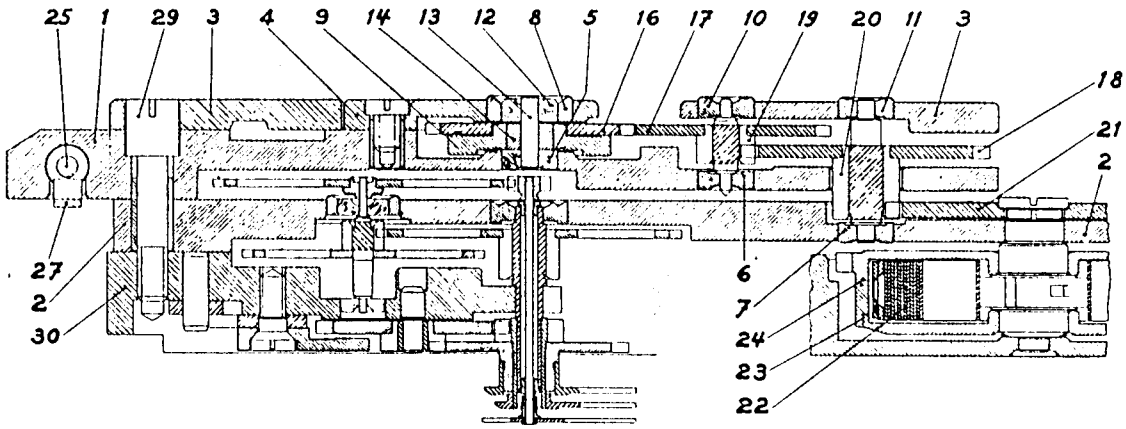


Man weiss, mit welcher Sorgfalt die Fabrik Cyma jedes neue Kaliber durchstudiert. Einerseits dem Werk höchste Leistungsfähigkeit sichern, anderseits dem Rhabilleur die Instandsetzung erleichtern: dies sind die Grundsätze, derer sich die Uhrenbauer der Firma befleissen. Das Kaliber Cyma-Automatic, das auf vielen Märkten bereits einen bedeutenden Ruf geniesst, wurde nach dem gleichen Leitgedanken geschaffen, und die nachfolgende Beschreibung wird allen denen dienen, die sich mit dem Verkauf und der Reparatur dieses Artikels zu befassen haben.

Der Selbstaufzug der Cyma-Uhr wird durch eine oszillierende, ausser Gleichgewicht befindliche Masse betätigt, die unter Einwirkung der Schwerkraft und der Bewegungen des Armes die Aufzugfeder mittels eines Reduktions-Räderwerkes aufzieht. Das Gestell der Selbstaufzugvorrichtung besteht aus einem zusätzlichen Werkboden 1, der auf der Federhausbrücke des gewöhnlichen Werkes aufmontiert ist, und aus zwei Brücken, der obern Brücke 3 und der Massenbrücke 4, die beide auf diesem zusätzlichen Werkboden festgemacht sind. Dieser trägt die unteren Lager 5 und 6 der beweglichen Teile des Reduktions-Räderwerks mit Ausnahme des Lagers 7 des in das Sperrad eingreifenden Mobils. Das obere Lager 8 der Schwungmasse 9 ist durch die Massenbrücke 4 getragen, die obern Lager 10 und 11 der andern beweglichen Teile des Reduktions-Räderwerks durch die obere Brücke 3.

Die Schwungmasse 9 schwingt von der Mitte des Werks aus in zwei äusserst widerstandsfähigen Steinen 5 und 12. Die Achse 13 der Schwungmasse ist eine zylindrische Welle, die mit äusserster Präzision gerollt und dann in ein Viertelrohr 14 aus gehärtetem Stahl mit polierten Flächen eingetrieben wurde, das mit der Masse solidarisch ist.

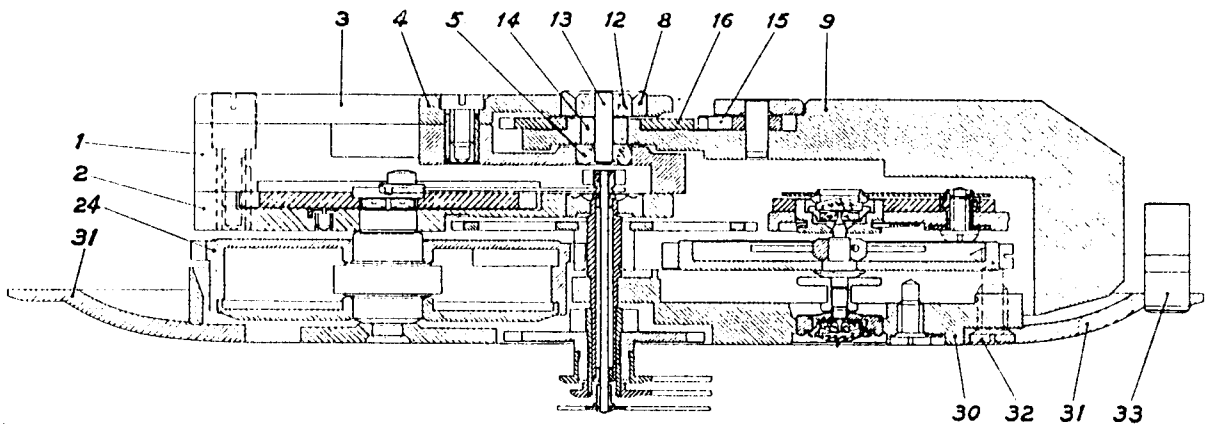
Dreht die Schwungmasse nach links, so übermittelt sie ihre Drehung durch eine Klinke 15 auf ein Mitnehmerrad 16, das auf einem zur

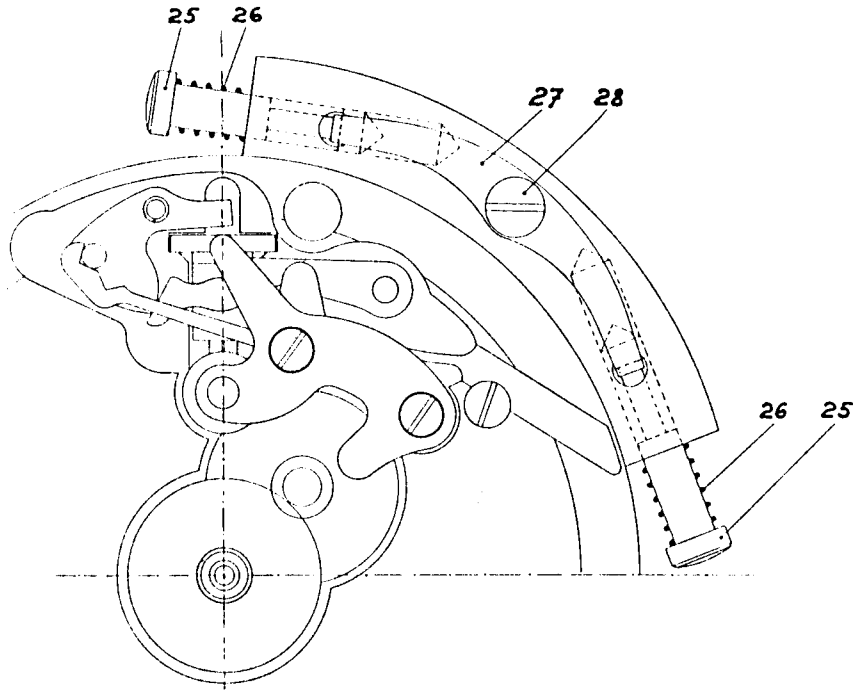


Welle konzentrischen Ansatz (goutte) frei eingepasst ist. Das Mitnehmerrad 16 betätigt das Reduktions-Räderwerk, welches aus zwei Rädern 17 und 18 und zwei Trieben 19 und 20 besteht, wovon letzterer in das Sperrad 21 eingreift. Die zwei Triebe drehen in Lagern aus Spezialbronze 6, 7, 10 u. 11. Ein Sperrkegel arbeitet mit dem ersten Zwischenrad 17 zusammen, um das Räderwerk nach jedem Aufziehen zu sperren.

Das Gewicht der Schwingmasse und das Verhältnis des Reduktions-Räderwerks sind so berechnet, dass die Triebfeder 22 nach einigen Stunden des Tragens vollständig aufgezogen ist. Es war deshalb notwendig, eine Vorrichtung zu erfinden, die eine Ueberspannung der Triebfeder verhinderte. Deshalb erstreckt sich ein Gleitflansch elastisch um die Innenwand der Federhaustrommel 24. Wenn die Aufzugsfeder ihre Höchstspannung erreicht hat, gleitet der Flansch, an dem die Feder befestigt ist, ins Innere der Federaustrommel. Die Gangreserve beträgt ungefähr 36 Stunden. Die Uhr kann auch von Hand aufgezogen werden, doch wird dies bei gewöhnlichem Tragen nie notwendig.

Am Ende ihrer Laufbahn stösst die Schwungmasse gegen einen Dämpfer 25, der durch eine Schraubenfeder 26 beansprucht wird. Die Befestigung dieser Stossdämpfer am Werkboden 1 des Gestells ist eine Originalerfindung. Eine durch eine Schraube 28 befestigte Feder 27 hält beide Stossdämpfer gleichzeitig durch gekrümmte Schnäbel fest, die in eine Einbuchtung der Stossdämpferstange eindringen. Ein guter Stossdämpfer soll das plötzliche Lösen von Befestigungsschrauben verunmöglichen. Die Festigkeit der Verbindung zwischen der Aufzugvorrichtung und dem normalen Uhrwerk wird durch das Anziehen einer starken Schraube 29 gesichert, die die Federhausbrücke 2 frei durchgeht und im Werkboden 30 des Uhrwerks befestigt ist.





Der Vorstellring 31 des Werks besteht aus einem Ring, der durch drei Schrauben 32 am Werkboden 30 angesetzt ist. Diese Einrichtung gestattet, der schwingenden Masse ein Höchstmass an Raum zu sichern, sowie nach belieben den Ring auszuwählen, der für eine bestimmte Schale am besten passt.

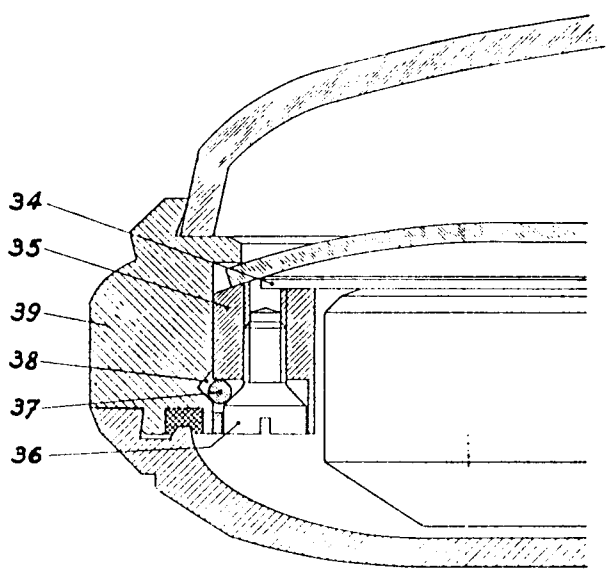
Falls es sich um dreiteilige Schalen handelt, weist der Ring 31 zwei Gewinderohre auf, die in die entsprechenden Löcher des Gehäuses oder eines Vergrösserungskreises eindringen. Von diesen Rohren gehen Befestigungsschrauben aus, die das Werk in der Schale festmachen.

Bei zweiteiligen Schalen ist der Ring 34 in einer Versenkung einer Einschalung 35 eingepasst, die durch das Anziehen von Schrauben 36 mit der Schale eine Einheit bildet. Dieses Anziehen treibt einen elastischen Ring 37 in eine Rille 38 des Gehäusemittelteils 39 ein.

Die Uhr «Cyma-Automatic» ist mit einem Sekundenzeiger aus der Mitte versehen; der Bau ist dem der andern Cyma-Werke gleich. Die Uhr weist die gleichen Vorrichtungen wie die üblichen Kaliber der Firma auf, insbesondere stossdämpfende Lager für die Unruhzapfen. Sie wird mit 17 Steinen geliefert. Das Regulierorgan besteht aus einer Glucydur-Unruh, die mit einer kompensierenden Spiralfeder mit äusserst schwachem thermischen Koeffizient in Verbindung steht. Der Gang der Uhr ist hervorragend regelmässig und genau.

Die Uhr «Cyma-Automatic» ist durch 12 Schweizer Patente und durch entsprechende im Ausland angemeldete Patente geschützt.

G. M.



Die Uhr mit automatischem Aufzug - Admes-Indimatic

Die Uhr «Admes-Indimatic» ist eine Armbanduhr mit automatischem Aufzug, versehen mit einem patentierten Gangreserve-Anzeiger (Schw. Patent Nr. 284 137).

Das Zifferblatt dieser Uhr weist unter 12 Uhr ein Fenster auf. Die Zahlen einer in dieser Öffnung erscheinenden Scheibe unterrichten den Träger augenblicklich über die Spannung der Motorfeder und die Gangreserve.

Die Zahlen sind von 0—40 bezeichnet. In der Uhr in Fig. 1 zeigt die Zahl 40 an, dass die Uhr noch 40 Stunden gehen kann, ohne aufgezogen zu werden.

Warum wird die automatische Uhr mit einem Gangreserve-Anzeiger versehen?

Der Träger einer gewöhnlichen, nicht automatischen Uhr zieht diese im allgemeinen einmal pro Tag, d.h. morgens oder abends, auf. Er benötigt daher keinen Gangreserve-Anzeiger.

Die automatische Uhr zieht sich durch die Bewegungen des Armes auf. Je nach der Tätigkeit und dem Temperament des Trägers erfolgt der Aufzug mehr oder weniger schnell. Die Erfahrung hat bewiesen, dass die Geschwindigkeit dieser Operation bei der gleichen Person stark veränderlich ist je nach den Tagen und sogar im Verlauf eines einzelnen Tages.

Aus diesem Grunde ist es sehr nützlich, die Gangreserve seiner automatischen Uhr kontrollieren zu können und dies so regelmässig als möglich. Nur die mit einem Gangreserve-Anzeiger ausgerüstete Uhr gibt diese Sicherheit.

Wird die Uhr auf ein Möbel gelegt, dann wird der automatische Aufzug nicht betätigt. Die Uhr läuft und die die Zahlen tragende Scheibe dreht sich langsam nach links gegen Null. Die Gangreserve nimmt stufenweise ab. Die Zahlen von 40—16 sind in schwarz, jene von 12—0 in rot angegeben. Die letztern zeigen die Gefahr des Stillstehens an, wenn man die Uhr nicht beizeiten wieder am Arm trägt.

Beim Aufzug, sei es durch die Bewegungen des Armes oder durch die Aufzugskrone, dreht die Anzeigescheibe wieder nach rechts, um stufenweise bis auf das Maximum von 40 Stunden zu gelangen.

Der Gangreserve-Anzeiger tauchte erst kürzlich in der automatischen Uhr auf. Anderseits wird dieses System schon seit langem in den Bord- und Marinechronometern angewendet. Wie es sich in diesen Präzisionsinstrumenten durchgesetzt hat, wird es sich mehr und mehr auch in den automatischen Uhren aufdrängen, nicht nur durch seine unbestreitbare Nützlichkeit, sondern auch durch die Qualitätsgarantie, welche es für die mit dieser Verbesserung ausgerüstete Uhr bildet.

Beschreibung der Vorrichtung «Admes-Indimatic» Ihre Arbeitsweise

Die «Indimatic» ist auf das Kaliber «Etarotor 1256» (Fig. 2) aufgebaut. Es ist eine Art Differential, welches unter der gleichzeitigen Einwirkung des Federkerns (gedreht durch den automatischen Aufzug oder Handaufzug der Motorfeder) und des Federhauses (durch den Gang der Uhr drehend) steht.

Die Anzeigevorrichtung ist unter dem Zifferblatt angeordnet (Fig. 3).

In der Uhr «Admes-Indimatic» ist der Federkern auf der Zifferblattseite verlängert.

Die Räder werden auf dieser Verlängerung aufgebracht. Es sind von unten:

1. Das Antriebsrad mit Doppelzahnung D (Fig. 4 und 5), freidrehend auf einem Rohr des Federkerns.
2. Das Trieb des Federkerns B, auf einem Vierkant des Federkerns befestigt.
3. Das Transmissionsrad E zur Anzeigescheibe, welches frei auf einem kleinen Zapfen, das Federkernende bildend, dreht.

Das Trieb B greift in das Mitnehmerrad C ein, welches frei auf einer unter dem Rad E[1] befestigten Ansatzschraube dreht.

Das Mitnehmerrad greift ebenfalls in die aus der Fläche des Rades D herausgefrästen Zähne d'. Das durch das Federhaus, oder genauer durch den Federhausdeckel angetriebene Rad D ist unbeweglich, wenn die Uhr angehalten ist; es dreht aber sehr langsam, wenn die Uhr läuft; schneller aber, wenn man das Räderwerk ablaufen lässt.

Das Aufziehen der Uhr (Fig. 4 und 5)

Beim Aufziehen der Uhr, gleich ob dies durch die Bewegung der schwingenden Masse oder manuell durch die Aufzugskrone erfolgt, dreht der Federkern A (Fig. 4), von der Zifferblattseite betrachtet, nach links. Das auf dem Kern befestigte Trieb B nötigt das Mitnehmerrad C, nach rechts zu drehen.

Weil aber das Mitnehmerrad auch in die Zähne d' des unbeweglichen oder nur langsam drehenden Rades D eingreift, wird es durch das Trieb B angetrieben, aber durch den Eingriff mit den Zähnen d' des unbeweglichen Rades D kann es nur drehen, indem es sich im Innern des Rades D verschiebt. Das Mitnehmerrad treibt

[1] Um in den Figuren 5, 6 und 9 alle Eingriffe sichtbar darzustellen, haben wir das Transmissionsrad E umgekehrt, d.h. mit dem Trieb B und dem Mitnehmerrad C über dem Transmissionsrad, während in Wirklichkeit diese beiden Teile unter diesem Rad liegen.

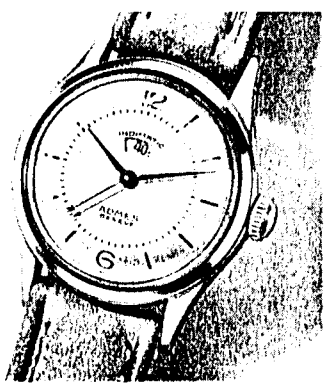


Fig. 1

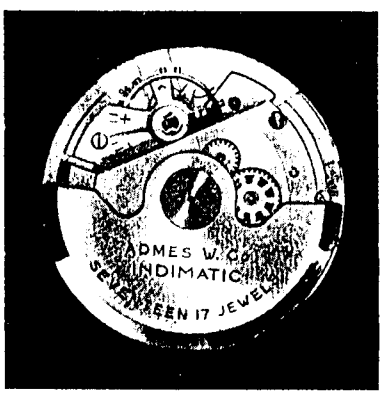


Fig. 2

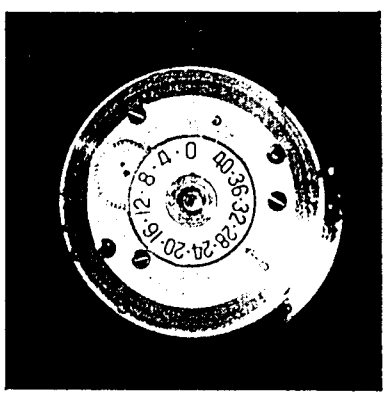


Fig. 3

daher das Transmissionsrad E, unter welchem es dreht, an und nötigt es, nach links zu drehen (Fig. 5).

Das Transmissionsrad greift in das Rad des Anzeigers. Dieses Rad F wird daher nach rechts gedreht, wenn man die Uhr aufzieht ; die ansteigenden Zahlen, welche auf der auf dem Rad F befestigten Scheibe F' aufgemalt sind, erscheinen im Fenster.

Wenn die Motorfeder vollständig gespannt ist, erscheint die Zahl 40 im Fenster.

In diesem Moment nehmen die Organe der Anzeigevorrichtung die in Figur 6 gezeigte Lage ein. Wird der Aufzug weitergeführt, so gleitet die Rutschkupplung, an welcher die Motorfeder befestigt ist, im Innern des Federhauses ; die Gangreserve steht auf dem Maximum.

Um ein Weiterdrehen der Anzeigescheibe zu verhindern, wenn die maximale Motorspannung erreicht ist, sind einige Zähne des Anzeigerades F weggeschnitten.

Anderseits tritt ein unter dem Rad F angebrachter Anschlag f in Berührung mit der Ausschaltfeder G des Anzeigers, welche unter der Zifferblattauflage befestigt ist.

Erfolgt der Aufzug über die maximale Spannung der Feder, so dreht das Transmissionsrad E weiter; aber dank der Zahnlücken des Rades F, dem Anschlag f und der Feder G machen die Zähne des Rades E eine Ausklinkbewegung auf dem letzten Zahn des Rades F (Fig. 6).

Die Anzeigescheibe wird daher nicht mehr angetrieben.

Gang der Uhr (Fig. 7, 8 und 9)

Wenn die Uhr läuft, dreht das Federhaus, von der Zifferblattseite her gesehen, nach links.

Der Federhausdeckel L (Fig. 7 und 8) trägt in seinem Zentrum ein aus der Fläche herausgefrästes Trieb oder « gezahnte Krone » l. Die im Federhausdeckel ausgefrästen Zähne greifen in diejenigen des ersten Zwischenrädchens I, welches auf einer in der Werkplatte befestigten Ansatzschraube dreht ; das Zwischenrädchen befindet sich zwischen dem Federhausdeckel und der Werkplatte.

Wenn die Uhr läuft und der Federhausdeckel dreht, wird das erste Zwischenrädchen nach rechts gedreht. Es greift in ein zweites Zwischenrädchen K ein, welches frei auf einem Zapfen in der Werkplatte nach links dreht (Fig. 7 und 8).

Dieses zweite Zwischenrädchen greift in die Aussenzahnung d des Antriebrades mit Doppelzahnung D (Fig. 7 und 9) ein. Wenn die Uhr läuft, wird das Rad D nach rechts gedreht. Die Zähne d' des Rades D greifen in das Mitnehmerrad C ein, welches ebenfalls im Eingriff steht mit dem auf dem Federkern befestigten Trieb B.

Solange man die Uhr nicht aufzieht, bleibt das Trieb B unbeweglich. Aus diesem Grunde dreht das durch die Zähne d' des Rades D angetriebene Mitnehmerrad C um das unbewegliche Trieb B herum ; es treibt das Transmissionsrad E, unter welchem es dreht, an und nötigt es, nach rechts zu drehen. Weil das Rad E im Eingriff steht mit dem Anzeigerad F, so dreht die Anzeigescheibe F' nach links. Wenn die Uhr läuft, ohne gleichzeitig aufgezogen zu werden, gehen die aufgemalten Zahlen unter dem Fenster durch und werden nach und nach kleiner im gleichen Verhältnis, wie die Gangreserve abnimmt.

Weil das Spannen und das Entspannen der Motorfeder gleichzeitig aber im umgekehrten Sinn auf das Differential wirken, verdreht sich die Anzeigescheibe F' nur um die Differenz dieser beiden Bewegungen (Spannen und Entspannen).

Wenn man z. B. die Uhr mit der gleichen Geschwindigkeit aufzieht, wie man das Räderwerk ablaufen lässt, so bleibt die Anzeigescheibe unbeweglich, denn das Mitnehmerrad C, gleichzeitig und mit der gleichen Geschwindigkeit durch die Zähne d' des Rades D und

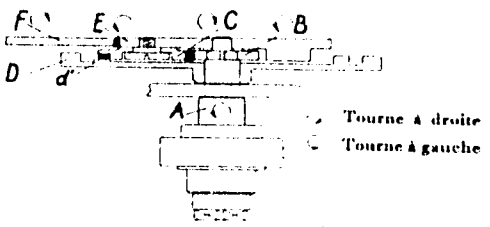


Fig:4.

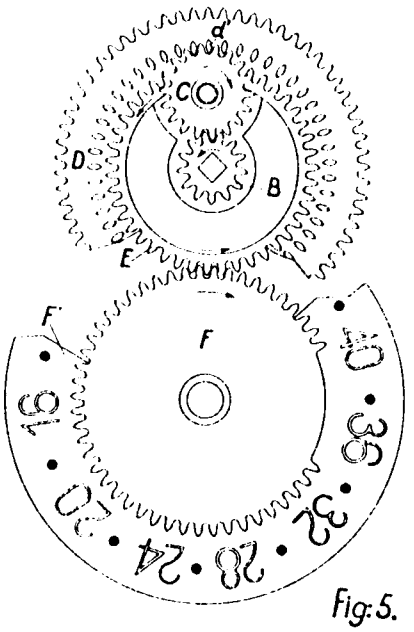


Fig:5.

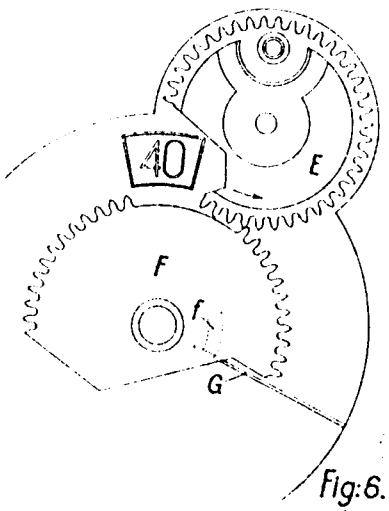


Fig:6.

durch dieselben des auf dem Federkern befestigten Triebes B angetrieben, dreht, aber nimmt das Transmissionsrad E, unter welchem es dreht, nicht mit.

Wenn sich die Geschwindigkeit des Aufzuges im Verhältnis zum Ablauf der Feder vergrössert, wird das Mitnehmerrad durch das auf dem Kern befestigte Trieb B schneller angetrieben als durch das Antriebsrad D. Daher nötigt das Mitnehmerrad das Transmissionsrad E, nach links zu drehen, und die Anzeigescheibe dreht nach rechts. Ist dagegen die Drehung des Federhauses schneller als diejenige des Federkerns, so nimmt die Drehgeschwindigkeit des Antriebsrades D im Verhältnis zu dem auf dem Federkern befestigten Trieb B zu; das mit beiden Rädern im Eingriff stehende Mitnehmerrad nötigt das Transmissionsrad E, nach rechts zu drehen und die Anzeigescheibe dreht nach links.

Anleitung für das Demontieren und Zusammenstellen der Vorrichtung « Indimatic »

Demontieren

(Zifferblattseite)

Nachdem Zifferblatt und Zeiger abgenommen sind, nicht probieren, das Stundenrad abzuheben. Man dreht bloss das Werk um, um die Anzeigescheibe F' herausfallen zu lassen.

Alsdann entfernt man die mit drei Schrauben auf der Werkplatte befestigte Zifferblattauflage, ohne die kleine Feder G zu verbiegen, welche darauf befestigt ist.

Durch Umdrehen des Werkes das Transmissionsrad E herausfallen lassen.

Abheben des auf dem Vierkant des Federkerns aufgesteckten kleinen Triebes B.

Das Antriebsrad D und das Zwischenrädchen K können durch Umkehren des Werkes ebenfalls abgehoben werden.

(Brückenseite)

Zum Abheben des Zwischenrädchens I muss zuerst das Federhaus entfernt werden.

Zusammenstellen

(Brückenseite)

Vor dem Einsetzen des Federhauses muss das Zwischenrädchen I mit seiner Ansatzschraube festgemacht werden (Kontrollieren des freien Spiels).

(Zifferblattseite)

Das Antriebsrad D wird auf den Federkern aufgesteckt.

Aufdrücken des Triebes B auf den Vierkant des Federkerns.

Kontrollieren des freien Spiels des Mitnehmerrades C.

Einstellen des Transmissionsrades E.

Ueberprüfen des richtigen Eingriffes von Mitnehmerrad C und Zahnung d' des Rades D, sowie mit der Zahnung des Triebes B.

Einstellen des Zwischenrädchens K auf seinen Zapfen.

Festschrauben der Zifferblattauflage auf der Werkplatte.

Aufstecken der Anzeigescheibe F' auf das Rohr des Stundenrades. Die Scheibe F' kann in einer beliebigen Lage aufgebracht werden, mit Ausnahme der Stellung der Ziffern 0 oder 40 unter 12 Uhr (damit der Anschlag f nicht an der Feder G zum Anliegen kommt).

Nachdem man das Zifferblatt und die Zeiger gesetzt hat, wird die Uhr vollständig aufgezogen. Die Anzeigescheibe wird automatisch in die der Gangreserve entsprechende Stellung reguliert (Zahl 40 im Fenster, wenn die Feder vollständig gespannt ist).

Schlussfolgerungen

Der Uhrmacher ist im allgemeinen nicht vertraut mit den Differentialeingriffen; sie scheinen ihm immer von einem gewissen Geheimnis umgeben. Von dieser Seite her kann man sich fragen, ob eine Vorrichtung wie die des

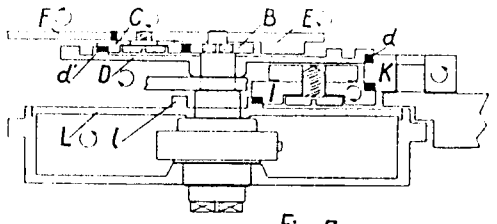


Fig: 7.

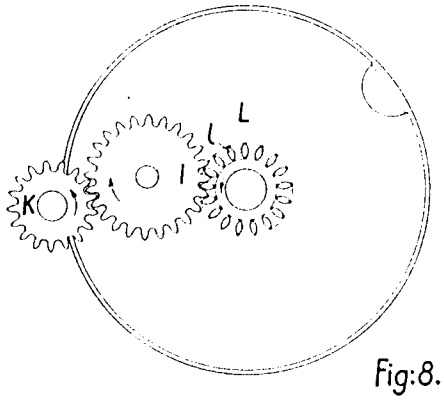


Fig: 8.

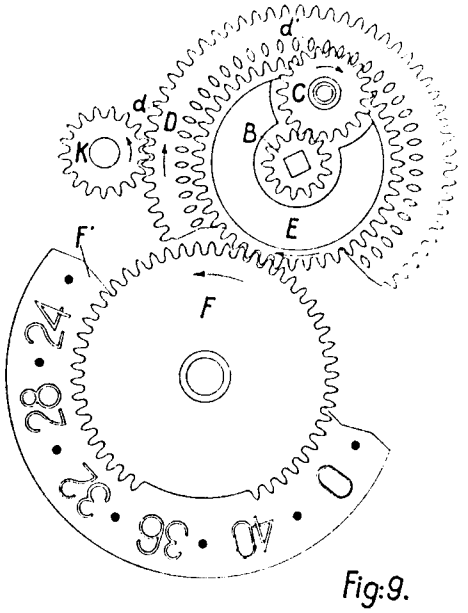


Fig: 9.

« Indimatic » nicht eine gewisse Komplikation bedeutet bei der Reparatur.

Es genügt aber, diesen Mechanismus « Indimatic » einmal zu demontieren und wieder aufzurichten, um jede Besorgnis zum Verschwinden zu bringen.

Die Vorrichtung « Indimatic » ist äusserst einfach und robust. Die Tatsache, dass die Anzeigescheibe beim Aufrichten nicht in eine vorbestimmte Lage gebracht werden muss, bedeutet für den Rhabilleur ein grosser Vorteil.

Der Mechanismus «Indimatic» ist in wenigen Minuten aufgerichtet. Die Funktionen des « Indimatic » sind vollkommen, wenn beim Aufrichten die vorstehenden Ratschläge beobachtet werden und man darüber wacht, dass alle Räder frei und ihre Eingriffe korrekt sind.

Nachdem ich diese Vorrichtung genau untersucht habe, komme ich zu folgenden Schlüssen: Der « Indimatic » bezaubert mich durch seine « mechanische » Konstruktion, wenn man so sagen kann. Jeder Uhrmacher, der diese Vorrichtung demontiert hat, ist ohne besondere Kenntnisse imstande, dieselbe auch wieder zusammenzustellen, denn es genügt, die verschiedenen Teile richtig einzustellen, während die Anzeigescheibe beim nächsten Aufzug automatisch reguliert wird. Dieser letztere Punkt wird besonders geschätzt bei der Reparatur. Zudem ist der Mechanismus « Indimatic » solid; er wird im Gebrauch bestimmt keine vorzeitige Abnutzung zeigen und kann sich auch nicht verstellen.

Horex.

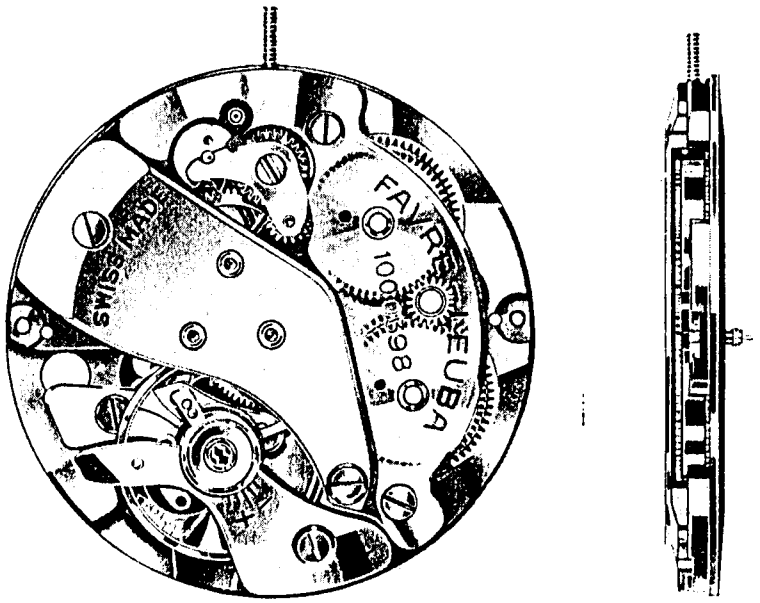
Kaliber 11½‴ FL 251

Zwei Federhäuser bringen eine Umwälzung in der Struktur der flachen Kaliber mit Sekunde aus der Mitte

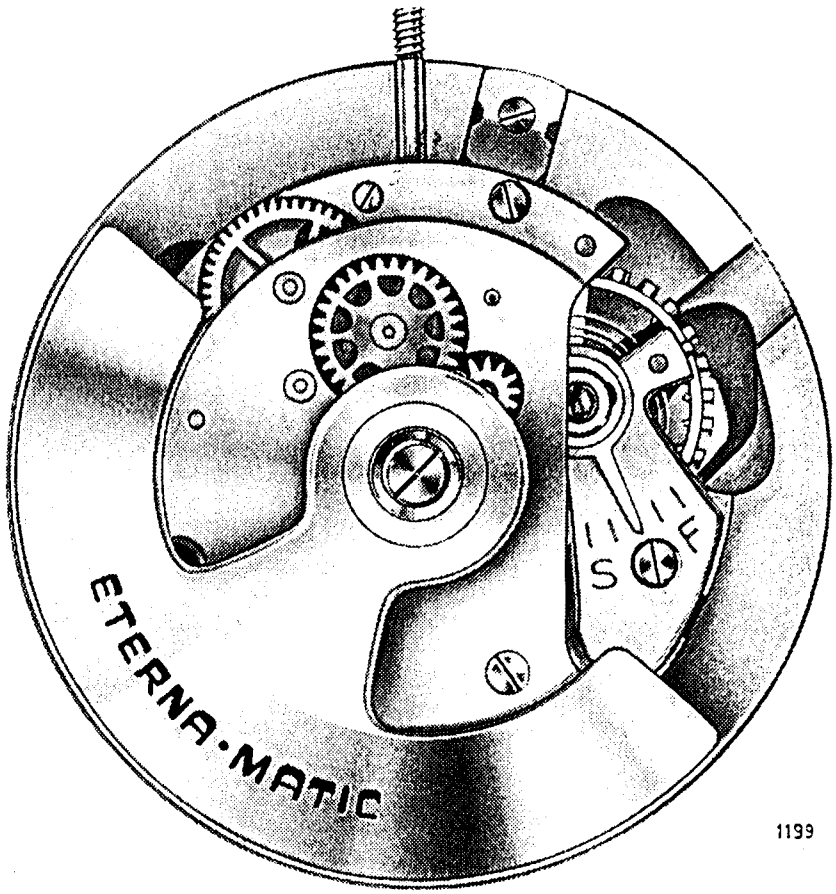
In der neuen Fabrik Favre-Leuba in Genf wird das flachste Kaliber mit Sekunde aus der Mitte zu Gross-Serienpreisen hergestellt.
Im Jahre 1962 präsentierte Favre-Leuba in Weltpremière das neue extraflache Kaliber 11 ½‴ FL 251, mit Sekunde aus der Mitte und mit oder ohne Kalender. Dieses Kaliber wird auch in der Grösse 10 ½‴ hergestellt. Nur die Verwendung von zwei Federhäusern gestattete die Konstruktion des extraflachen, robusten Kalibers mit Sekunde aus der Mitte zu einem Preis, der in der Kategorie der üblichen Werte für gepflegte Uhren liegt. Die Kaliber-Konstruktion weist eine reduzierte Bauhöhe auf, die mit normal bemessenen Elementen erzielt wurde. Dieses Problem wurde zufriedenstellend ohne übermässige Zusammendrängung der verschiedenen Teile der Uhr gelöst. Der sehr einfache und sichere Zeigerstellmechanismus wird mit einer einzigen Schraube gehalten. Die Gangreserve von 50 Stunden bietet Gewähr für minimalste Verluste der Schwingungsweite nach 24 Stunden. Dadurch erzielt man eine ausgezeichnete Gangstabilität. Die Beifügung des Kalenders verändert die Werkhöhe von 2,95 mm nicht ; das Werk ist zudem beidseitig abgeschrägt.

Wegleitung für den Rhabilleur

Beim Einbau oder Ausschalen achte der Uhrmacher-Rhabilleur darauf, dass die Krone in der Aufzugs- und nicht in der Zeigerstellung steht. Das Vorhandensein zweier Federhäuser erschwert die Aufgabe des Uhrmachers keineswegs. Das Zerlegen des Antriebsorgans erfolgt einfach durch gleichzeitiges Entspannen der beiden Federn, indem man die Sperrklinke mit einer Spitze ausrückt. Die beiden werden entspannt durch Bremsen der Aufzugwelle wie bei einer gewöhnlichen Uhr. Die Federhausbrücke kann anschliessend abgehoben werden, indem man die zwei Schrauben löst, wodurch die beiden Federhäuser freigelegt werden. Jedes derselben ist von einem Sperrad überdeckt ; sie können mühelos herausgenommen werden, weil kein Teil ihre Bewegung behindert. Der Federkern ist mit dem Sperrad fest verbunden, wobei das letztere gleichzeitig als Federhausdeckel dient. Die beiden Federhäuser sind durch ein gemeinsames Zwischenrad verbunden, welches derart in das Trieb des Zentrumrades eingreift, dass die beiden Federn zusammen ziehen. Die beiden Federhäuser sind absolut gleich und die unzerbrechlichen Zugfedern sind im gleichen Drehsinn aufgerollt. Die beiden Antriebsorgane sind deshalb auswechselbar. Sollte aus irgendeinem Grunde eine der beiden Zugfedern aushängen, würde das Uhrwerk nicht stillstehen, aber die geringere Schwingungsweite der Unruh würde den Uhrmacher-Rhabilleur sofort alarmieren. Bei einer vollständigen Reinigung des Uhrwerks bleibt das Zwischenrad der beiden Federhäuser und des Zentrumtriebes in der Werkplatte und muss nach der Reinigung mit Räderwerköl geschmiert werden. Zum Zerlegen des Mechanismus wird bloss die Schraube der Stellhebelfeder abgenommen, wodurch alle Teile des Aufzuges einschliesslich des Stellhebels freigegeben werden.
Das Uhrwerk 11 ½‴ FL 251 ist unmagnetisch, stossicher, hat 17 Rubine und eine ringförmige Beryllium-Unruh mit einer grösseren Gangstabilität zufolge ihres relativ geringen Gewichtes und des grossen Durchmessers.
Dieses Uhrwerk ist durch schweizerische und ausländische Patente geschützt.



KONSTRUKTION UND FUNKTION DER ETERNA·MATIC



1199

Fig. 1. Ansicht des Werkes der Eterna-Matic.
Fig. 1. Vue du mouvement.

DIE AUTOMATISCHE DAMENUHR

Bei der Anwendung des Automatprinzips auf die Damenuhr zeigt sich vorerst e i n e grosse prinzipielle Schwierigkeit, nämlich die jedem Konstrukteur bekannte Tatsache, dass der Wirkungsgrad einer Maschine mit der Verkleinerung der Gesamtdimension abnimmt. Der Grund liegt in der Unmöglichkeit, die unvermeidlichen Verluste, welche durch Reibung, durch die energieverzehrenden Hilfsorgane usw. verursacht werden, im gleichen Verhältnis zu vermindern wie die Bruttoleistung abnimmt. Im Falle der Uhr ist dieser Vergleich mit der Maschine aber insofern hinkend oder sogar ungenügend, als bei der Herstellung der Uhr die Schwierigkeiten und Hindernisse schon bei mässiger Verkleinerung ins Ungemessene anwachsen. Eine grosse Maschine (z. B. eine Lokomotive) lässt sich, auf ein Zehntel der linearen Grösse verkleinert, noch ganz gut funktionsfähig vorstellen, eine Armbanduhr aber bei weitem nicht. Eine automatische Damenuhr, ganz gleich konstruiert wie eine entsprechende, gut funktionierende Herrenuhr, wird nicht befriedigen.

Es handelte sich also darum, den automatischen Aufzugsmechanismus für Damenuhren geeignet zu machen durch Einführung neuer Prinzipien, welche die Wirkung des Aufzuges verbessern.

Die nächstliegenden Anstrengungen in dieser Richtung zielen daraufhin, die Bewegungen der Schwingmasse besser zu verwerten. Wenn beide Drehrichtungen der Schwingmasse ausgenützt werden und die Anschlagpuffer wegfallen, so ist zweifellos gegenüber der nur einseitig wirkenden, gepufferten Schwingmasse etwas wichtiges gewonnen. Eine Verkleinerung der verlorenen Wege der Schwingmasse durch feiner wirkende Klinkeneinrichtungen wird diesen Gewinn noch etwas vergrössern. Von gleicher Wirkung ist ein günstiges Uebersetzungsverhältnis des Aufzugräderwerkes.

Eine zweite, ebenso wichtige Kategorie von Verbesserungsmöglichkeiten bezieht sich auf die Verminderung der Uebertragungsverluste. In dieser Hinsicht ist der Ersatz der unter Federdruck stehenden, energieverzehrenden Schaltklinken durch vollkommenere, praktisch verlustfrei arbeitende Organe besonders wertvoll, dann auch die Verminderung der Zapfenreibungsverluste an der Schwingmasse.

Eine dritte Kategorie bezweckt eine gute Dauerwirkung der gesamten Aufzieheinrichtung durch unempfindliche Schaltorgane, durch Vermeidung rascher Abnützung an einzelnen Stellen und durch Verwendung von nur rotierenden Uebertragungsorganen.

Die Lebensdauer der Uhr als ganzes wird verlängert durch Erleichterung der Aufgabe des Reparateurs. Besonders wertvoll ist es, wenn die Organe des Gehwerkes ohne Zerlegen des Automatteils, z. B. durch Abheben des Automatteils, leicht zugänglich sind. Auch ein übersicht-

licher Zusammenbau des Aufzugsmechanismus aus möglichst wenigen und möglichst grossen Einzelteilen ist vorteilhaft.

Bei der Schöpfung der Eterna-Matic wurde keine dieser Verbesserungsmöglichkeiten ausser acht gelassen, um eine Damenautomatuhr zu schaffen, die nicht nur brauchbar, sondern in jeder Hinsicht gut ist.

Das Basiswerk der Eterna-Matic

Das eigentliche Uhrwerk der Eterna-Matic ist rund und hat einen Durchmesser von 7¾ Linien (17.5 mm). Es ist eine Spezialkonstruktion mit direkt angetriebener Zentrumssekunde. Dies hat — abgesehen von seiner sonstigen Nützlichkeit — den Vorteil, dass die Besitzerin mit jedem Blick auf das Zifferblatt sofort das beruhigende Gefühl hat, dass ihre Uhr geht. Im Publikum und teilweise auch noch bei Fachleuten bestehen gewisse Bedenken gegen die Zentrumssekunde, da sie der Auffassung sind, solche Uhren seien weniger betriebssicher. Beim indirekt angetriebenen Sekundenzeiger, wo die unvermeidliche Bremsfeder das Werk zusätzlich mit einem Widerstand belastet, ist die Möglichkeit von Störungen tatsächlich etwas grösser als im gewöhnlichen Werk mit der kleinen oder ohne Sekunde. Im neuartigen Eterna-Matic-Werk fehlen aber Bremsfeder und Zusatzrad, und das in dieser Spezialkonstruktion sehr gross dimensionierte und leicht kontrollierbare Räderwerk macht das Werk betriebssicherer als ein solches mit der kleinen Sekunde. Die Unruh des Eterna-Matic-Werkes ist stossicher gelagert und somit auch bei rauher Behandlung vor Beschädigungen geschützt.

Der Aufbau des Automatmechanismus

Bei der Erstellung des Automatteiles auf das Uhrwerk der Eterna-Matic galt es, durch sinnreiche Konstruktion die Werkhöhe so wenig als möglich zu vergrössern. Die zusätzliche Höhenstufe, welche das Räderwerk der Zentrumssekunde einnimmt, wurde für das Aufzugräderwerk nochmals nutzbar gemacht. So kommt die Radscheibe des dritten Aufzugrades (23) noch etwas unter die Fläche des Sekundenrades (21) zu liegen (Fig. 2).

Es ist gelungen, den Automatteil zu einer Einheit zusammenzubauen und als Ganzes vom Basiswerk leichter trennbar zu machen. Die Automatbrücke (3) von der Form einer Dreiviertelsplatte (vgl. auch Werkansicht Abb. 1) ist durch zwei Stifte und drei Schrauben auf der Federhaus- und der Räderwerkbrücke leicht abnehmbar befestigt. Die Automatbrücke trägt alle Teile des Automatanfzuges, ausgenommen diejenigen, welche für das Funktionieren des Basiswerkes ohne Automat nötig sind. Auf der Sichtseite der Automatbrücke ist die Schwingmasse (9) montiert. Durch den Kopf der Schwingmasse gesichert, steckt das Umkehrrad (12) leicht drehbar auf seinem Stift. Die Automatbrücke enthält auch die Lagerfutter für die oberen Zapfen des zweiten (22) und dritten Aufzugrades. Von unten ist eine kleine flache Hilfsbrücke (28) gegen die Automatbrücke geschraubt. Die Hilfsbrücke enthält einen schlanken Stift, auf den das durchbohrte Trieb des ersten Aufzugrades aufgesteckt ist, sowie ein Lagerloch für den unteren Zapfen des zweiten Aufzugrades. Das dritte Aufzugrad, dessen Trieb in das Sperrad (24) eingreift, wird durch die Hilfsbrücke veranlasst, beim Abheben des Automatteils an der Automatbrücke zu verbleiben. Für den unteren Zapfen des dritten Aufzugrades ist in der Federhausbrücke (29) ein Lagerfutter eingepasst.

Die Schwingmasse und ihre Lagerung

Im Interesse einer maximalen Antriebsleistung wurde für die Schwingmasse die über der Werkebene frei rotierende Ausführung gewählt, deren Bewegung durch keinerlei Puffer begrenzt ist. Die Rotorform verwertet nämlich die in die Ebene der Uhr reduzierten Komponenten aller Dreh- und Schleuderbewegungen, während die gepufferte Schwingmasse nur die von einer bevorzugten Normallage ausgehenden Bewegungen günstig verwertet. Diese Vorzugslage entspricht meist der mittleren Haltung des Unterarms beim Gehen, wobei die Uhr an der Aussenseite des linken Handgelenks befestigt sein soll.

Nun sind aber die menschlichen Gewohnheiten individuell so verschieden als nur möglich. Die Armbewegungen vieler Personen beim Gehen sind knapp, so dass die Verwertung der durch das Heben des Armes (beim Arbeiten, beim Essen usw.) veranlassten Bewegungen für den Automatanfzug sehr erwünscht ist. Dann sind noch die vielen Spezialisten zu berücksichtigen, welche ihre Uhr innen statt aussen am Handgelenk tragen oder gar am rechten Arm statt am linken. In allen diesen besonderen Fällen zieht die rotierende Schwingmasse trotzdem normal auf.

Die Lagerung der Schwingmasse, sonst ein schwacher Punkt fast jeder Automatkonstruktion, geschieht in der Eterna-Matic in vorbildlicher Weise durch ein besonders für diesen Zweck entwickeltes Spezialkugellager (vgl. Abb. 3). Der stählerne massive äussere Lagerring (1) trägt aussen den Zahnkranz für die Uebertragung der Antriebsenergie. Auf dem darüber befindlichen zylindrischen Teil ist die Schwingmasse (9) im Pressitz aufgepasst. Innen ist eine doppelt konische, polierte Kugelrille eingearbeitet. Die fünf Kugeln (2), von je 0,65 mm Durchmesser, von denen tausend wenig mehr als 1 Gramm wiegen, sind durch einen sehr fein gearbeiteten Käfig (8) mit wenig Spiel im richtigen Winkelabstand gehalten und bleiben bei zerlegtem Kugellager samt dem Käfig im äusseren Lagerring hängen. Dies ist ein grosser Vorteil, denn lose Kügelchen von dieser Kleinheit müssten beim ersten Reinigungsversuch verloren gehen. Der innere Lagerring besteht aus zwei getrennten, dünnwandigen, ringförmigen Schalen (4 und 5). Diese Schalen sind, je mit der hohlen Seite gegen die Kugeln, auf den zylindrischen Zentrieransatz (6) gesteckt und durch die kräftige Schraube (7) gehalten. Durch Anziehen der Schraube werden die Schalen so weit elastisch federnd zusammengedrückt, bis die Schwingmasse sich mit sehr geringem Spiel gerade noch frei bewegt. Die unvermeidlichen kleinen Unterschiede in der Dimension von Kugelrille, Kugeln und inneren Schalen werden durch entsprechendes leichtes Anpassen der Höhe des Schraubenansatzes ausgeglichen. Dieses Kugellager vermeidet mit einem Schlag eine ganze Reihe von Uebelständen, welche der bisher üblichen Schwingachsenlagerung durch zylindrische Zapfen anhaften; so sind beispielsweise:

die gewöhnlichen Zapfenlager einer merklichen Abnützung ausgesetzt, ohne dass die Möglichkeit besteht, das zu gross gewordene Spiel der Schwingmasse auf einfache Weise wieder korrigieren zu können. Demgegenüber ist die Reibung im Kugellager mehr rollend als gleitend, deshalb die Abnützung äusserst gering. Zudem kann das im Laufe der Jahre allenfalls grösser gewordene Spiel durch Vermindern des Schraubenansatzes (Abb. 3, 10) ohne besondere Mühe wieder auf den richtigen Wert gebracht werden.

Das unvermeidliche Seitenspiel («Lottern») der Schwingmasse wird mit Hilfe des Eterna-Matic-Kugellagers auf einen so kleinen Wert eingestellt, dass auch das präziseste Zapfenlager im Neuzustand nicht damit konkurrieren könnte. Dies ergibt eine äusserst sichere Führung der Schwingmasse, welche nicht in Gefahr gerät, irgendwo zu streifen.

Das Kugellager, besitzt den Vorteil, bei allfälligem Aus-

Die Gleichrichtung der Aufzugsbewegung

Die Schwingmasse bzw. der am Kugellager aussen angebrachte Zahnkranz liefert eine rotierende, aber beliebig abwechselnd in der einen oder andern Drehrichtung wirkende Bewegung. Jede der beiden Drehrichtungen bewirkt aber im Aufzugsräderwerk eine einheitliche Winkelbewegung im Sinne des Aufzuges.

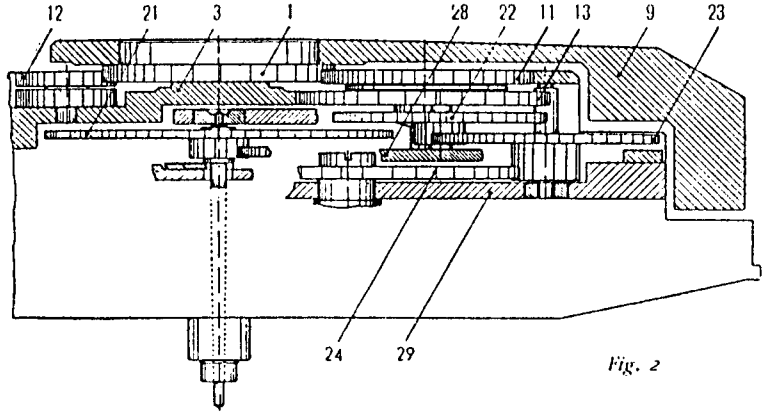


Fig. 2

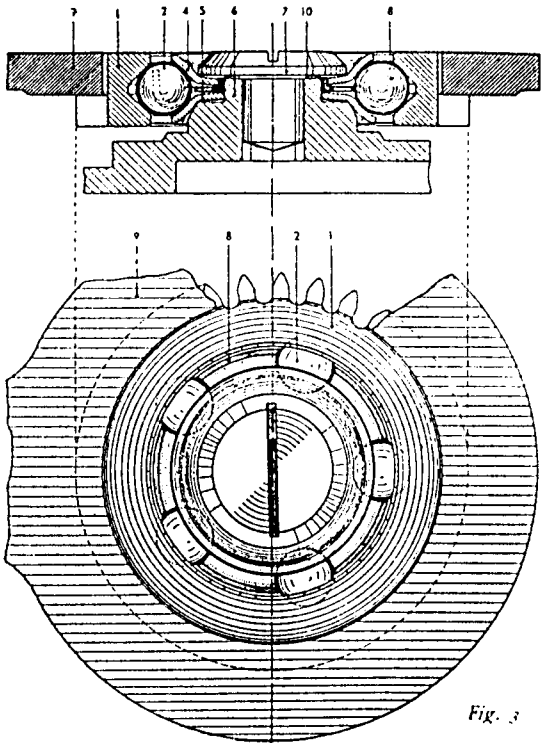


Fig. 3

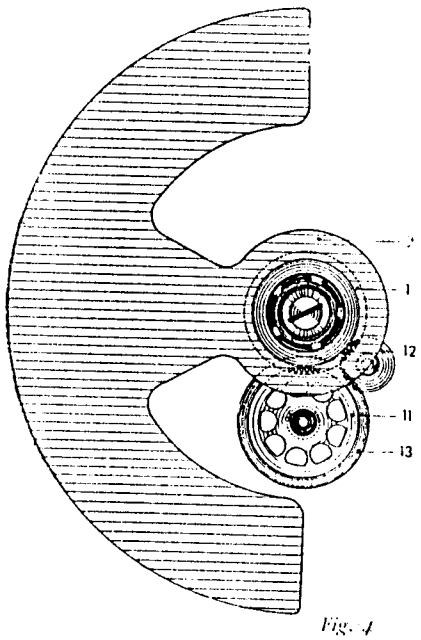


Fig. 4

Fig. 2. Schematischer Teilschnitt durch das Werk.
Fig. 3. Kugellager, Schnitt und Ansicht.
Fig. 4. Schwingmasse, Umkehrrad und Klinkenrad, Schema der Zahneingriffe.
Fig. 5. Umkehrrad und Klinkenrad, Schnitt.

Fig. 2. Coupe schématique partielle du mouvement.
Fig. 3. Palier à billes (coupe et vue de dessus).
Fig. 4. Masse oscillante, renvoi-renverseur et roue à cliquets, schéma des engrenages.
Fig. 5. Renvoi-renverseur et roue à cliquets (coupe).

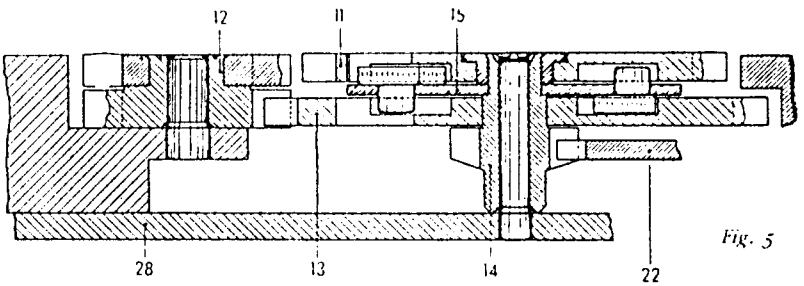


Fig. 5

trocknen des Oels vor dem bei Zapfenlagern gefürchteten Anfressen bewahrt zu sein, denn die Reibung zwischen Kugeln und Rillen ist fast rein rollend.

Die Zapfenlager sind durch ihre Starrheit leicht dem Zerbrechen ausgesetzt. Im Gegensatz dazu sind die inneren Lagerringe des Kugellagers leicht elastisch, geben bei starken Erschütterungen etwas nach und schützen das Lager vor Beschädigungen.

Diese Aufgabe der «Gleichrichtung» besorgt zwangsläufig, sicher und praktisch verlustlos das nachfolgend beschriebene erste Aufzugsrad oder Klinkenrad zusammen mit den in ihm eingebauten, federlosen Klinken und mit Hilfe des kleinen Umkehrrades.

Der oben erwähnte, mit der Schwingmasse fest verbundene Zahnkranz (1) ist (vgl. Abb. 1) ständig im Eingriff mit dem «direkten» Klinkenrad (11) und mit dem

Umkehrrad (12). Dieses letztere (vgl. Abb. 5) besteht aus zwei gleichartig verzahnten, auf der gleichen Achse fest miteinander verbundenen Rädern. Die untere Zahnung hat Eingriff mit dem «indirekten» Klinkenrad (13), welches auf der gleichen Achse sitzt wie das «direkte», aber um so viel grösser ist als dieses, dass das Umkehrrad am oberen, direkten Rad mit etwas Zwischenraum frei vorbeidreht. Beide Klinkenräder sind frei drehbar und auf die hohle Welle des ersten Aufzugrades (11) gepasst. Zwischen den beiden Klinkenrädern befindet sich die kreisförmige, mit der Hohlwelle fest verbundene Mitnehmerscheibe (15). Beide Klinkenräder sind auf der innern, der Mitnehmerscheibe zugekehrten Seite ringförmig ausgedreht (vgl. auch Abb. 6). Neun konzentrisch angeordnete, im oberen Rad unvollständig kreisförmige Durchbrechungen haben ihre äussere Begrenzung etwas ausserhalb der äusseren Wand der Ausdrehung, so dass in jedem Rad neun trapezförmige Zacken (16) entstehen, welche je eine Innenzahnung darstellen.

Mit dieser Zahnung zusammen arbeitet in jedem der beiden Räder ein System von zwei Sperrklinken, (17 und 18) im direkten Rad, (19 und 20) im indirekten Rad. Alle vier Klinken drehen sich auf je einem Zapfen, welcher sich in je einem Loch der Mitnehmerscheibe (15) leicht drehen kann. Dreht sich z. B. das obere Rad im Uhrzeigersinn, so weichen die Klinken den trapezförmigen Zähnen aus, wobei jeweilen die eine, ausweichende Klinke die andere wieder in den Bereich der Zahnung bringt.

Eine Drehung des Rades im entgegengesetzten Sinn wird nach einer kurzen Winkelbewegung durch die eine oder andere Klinkenspitze, welche sich nun an einen Zahn anlegt, ohne auszuweichen, gesperrt, d. h. die Mitnehmerscheibe dreht sich jetzt mit dem Rad.

Nach dem vorher Bemerkten haben die beiden Klinkenräder, während die Schwingmasse sich bewegt, stets entgegengesetzten Drehsinn, da das obere Rad direkt und das untere über das Umkehrrad dauernd mit dem Zahnkranz der Schwingmasse in Eingriff stehen.

Da die beiden Klinkensysteme im gleichen Drehsinn arbeiten, wird bei jeder Bewegung der Schwingmasse die Mitnehmerscheibe, und damit das Aufzugräderwerk, durch das eine System vorwärtsgedreht, während gleichzeitig das andere System mit der doppelten Relativgeschwindigkeit leer läuft. Aendert sich der Drehsinn der Schwingmasse, so besorgt das zweite Klinkensystem die Vorwärtsdrehung der Mitnehmerscheibe, während das erste leer läuft usw.

Die Vorteile dieses neuartigen Klinkensystems liegen im geringen Platzbedarf und, was noch wichtiger ist, in den verschwindend geringen Betriebsverlusten.

Vielleicht könnte der eine oder andere Leser, der in der theoretischen Mechanik «durch» ist, den Einwand erheben, da es sich um zwangsläufig bewegte Klinken handle, müsse deren Rotationsbeschleunigung und -verzögerung sich als Verlustfaktor bemerkbar machen, besonders bei hohen Geschwindigkeiten, weil die Verluste mit dem Quadrat der Geschwindigkeit ansteigen. Der Einwand ist richtig, aber da die Hebelarme der Klinken nur etwa 1 mm lang sind, und die Anzahl der Klinkenbewegungen (50 bis höchstens etwa über 100 in der Sekunde) dementsprechend eher mässig, bleiben die Verluste durch Beschleunigung unterhalb der Grenze der Messbarkeit. Etwas grösser sind die Verluste durch Reibung, aber diese übersteigen nie einige Prozente der zugeführten Energie.

Vorübergehend können grössere Verluste auftreten, wenn bei allgemeiner Verschmutzung des Uhrwerkes Fremdkörper in den Drehbereich der Klinken geraten. Ist aber einmal der Fremdkörper weggeschoben oder zerrieben, was ja zwangsläufig geschieht, so funktioniert die Einrichtung wieder normal.

Vergleichsweise werden in Klinkensystemen mit Rückführungsfedern 15 % bis etwa 40 % der zugeführten Energie durch Widerstände vernichtet, und beim Eindringen von Fremdkörpern kommen solche Einrichtungen häufig dauernd ausser Funktion.

Das Aufzugräderwerk

Die am Trieb des ersten Aufzugrades oder Klinkenrades verfügbare Aufzugenergie wird nach zwei weiteren Uebersetzungsstufen auf das Sperrad übertragen. (Abb. VII zeigt schematisch die Uebersetzungen vom Trieb (14) des Klinkenrades über die zwei weiteren Aufzugräder [22 und 23] zum Sperrad [21].)

Dieses Aufzugräderwerk mag kompliziert erscheinen, besonders im Vergleich mit den überaus einfachen Aufzügen der früheren Eterna-Automaten. Diese Anzahl der Räder im Eterna-Matic-Aufzug ist durch verschiedene Faktoren bedingt, welche sich bei genauerer Prüfung als Vorteile erweisen. So ist zwischen Schwingmasse und Klinkenrad gar keine Uebersetzung, aber diese «Komplikation» erlaubt erstens die Gleichrichtung der entgegengesetzt gerichteten Bewegungen der Schwingmasse und zweitens trotz der groben Klinkenzahnteilung eine feine Erfassung der Schwingmassenbewegungen. Zudem gestattet die rotierende Schwingmasse ebenfalls nur rotierende Uebertragungsorgane.

In diesem Zusammenhang darf betont werden, dass im Automataufzug der Eterna-Matic alles vorgekehrt worden ist, um die Lebensdauer aller Teile so weit zu verlängern, dass auch bei übermässiger Beanspruchung keine vorzeitige Abnützung zu befürchten ist. Die stählernen Zahnungen sind hochglanzpoliert. Alle reibenden Stellen, auch die Lager, sind durch Benützung von jahrelang erprobten Speziallegierungen vor Abnützung und, auch bei allfälligem Oelmangel, vor dem sonst gefürchteten Anfressen geschützt. Die Profile der Aufzugszahnungen sind, zwecks gleichmässiger und verlustarmer Energieübertragung, von den bisher üblichen Zahnformen abweichend, nach neueren, patentrechtlich geschützten Erkenntnissen speziell geformt.

Die Ausschaltung des Handaufzuges

Um zusätzliche Verluste zu vermeiden, werden in der Eterna-Matic während des automatischen Aufziehens alle Organe des Handaufzuges ausgeschaltet. Die Einrichtung dazu ist ebenso zweckmässig wie einfach: Das «Kronrad» (vgl. Abb. VIII, Ziffer 25) ist, statt wie gewöhnlich fest, unter einer Wippe (26) etwas beweglich gelagert. Während des Handaufzuges wird durch den Gegendruck des Sperrades das Kronrad im Eingriff mit dem Sperrad gehalten. Die angreifenden Kräfte und ihre Resultierende sind durch voll ausgezogene Pfeile angedeutet. Während des automatischen Aufziehens wird aber das Kronrad durch den jetzt entgegengesetzt wirkenden Druck der Sperradzahnung (gestrichelter Pfeil) ausser Eingriff gedrängt. Um ein jederzeitiges Wiedereinsetzen des Handaufzuges zu ermöglichen, ist das ohnehin nötige Sicherheitsgesperr (27) auf die dem Sperrad abgewandte Seite des Kronrades verlegt worden.

Die Gangreserve der Eterna-Matic

Die beim automatischen Aufziehen erreichten Resultate entsprechen allen Anforderungen, die an eine automatische Uhr gestellt werden können. Praktische Versuche haben erwiesen, dass diese Uhr auch bei wenig lebhafter Betätigung der Besitzerin im Laufe des Tages sicher voll aufgezogen wird. Das Geheimnis dieses günstigen Verhaltens liegt in der im Verhältnis zum Aufzugswiderstand schweren Schwingmasse, welche befähigt ist, ohne jede Schleuderbewegung, nur durch ihr statisches Drehmoment, die Triebfeder ganz zu spannen.

Die Gangzeit der Eterna-Matic beträgt gut vierzig Stunden, und diese Gangreserve wird auch beim automatischen Aufziehen ohne weiteres erreicht. Die vierzigstündige Gangreserve ermöglicht es, die Eterna-Matic z. B. am Samstagabend abzulegen und am Montagmorgen noch gehend wieder in Gebrauch zu nehmen.

Die in der Eterna-Matic angewendeten Neuerungen sind durch verschiedene eigene Patente im In- und Ausland geschützt.

Die Eterna-Matic, die erste selbstaufziehende Uhr mit Kugellager, wird von der Präzisionsuhrenfabrik Eterna A.G. in Grenchen hergestellt.

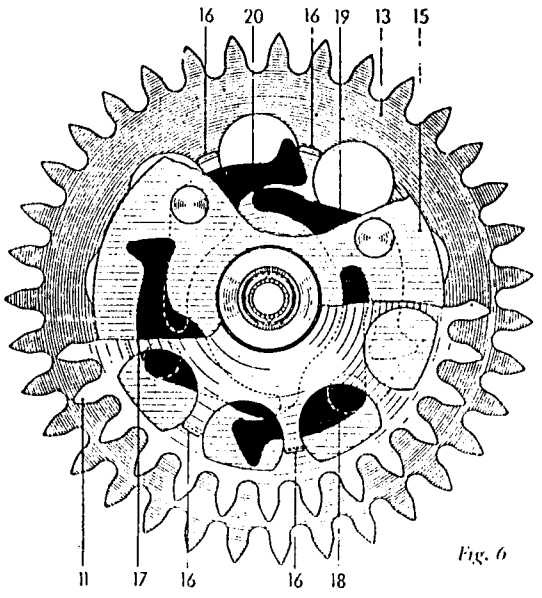


Fig. 6

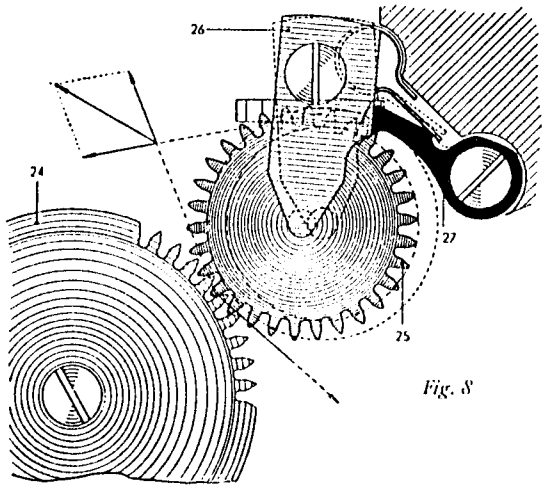


Fig. 8

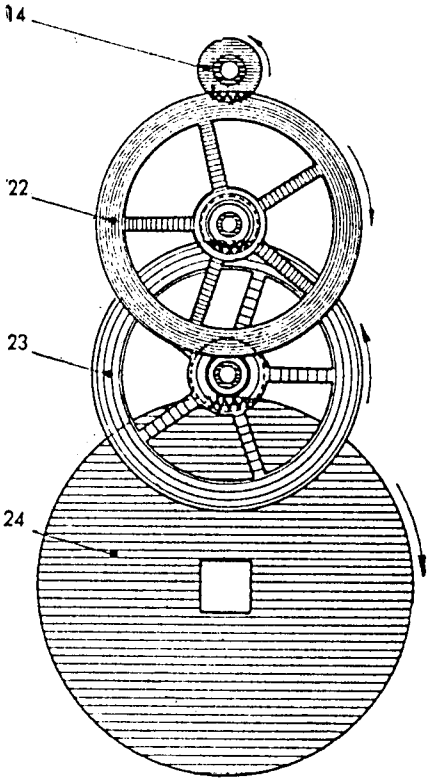


Fig. 7

Fig. 6. Klinkenrad. Ansicht. Das obere Rad und die Mitnehmerscheibe sind teilweise weggeschnitten.
Fig. 7. Schema des Aufzugräderwerkes.
Fig. 8. Kronrad mit Wippe.

Fig. 6. Roue à cliquets vue de dessus. La roue supérieure et le disque-entraîneur sont coupés partiellement.
Fig. 7. Schéma du rouage de remontage automatique.
Fig. 8. Roue de couronne avec bascule.



DIE SCHWEIZER UHR MIT AUTOMATISCHEM AUFZUG

Kaliber «Slendermatic» der Büren Watch Company, Büren a. d. Aare

von G. Robert

1. Charakteristiken. Zwei Ausführungen: Kal. 04, 7¼‴ Anker, automatischer Aufzug, ohne Sekunde, Gehäuse-Passungsdurchmesser 17,20 mm, Werkhöhe 3,90 mm.
Kal. 06, gleich wie 04, aber mit Kalender und Höhe 4,30 mm. Unzerbrechliche Zugfeder, Gangreserve 45 Stunden, Glucydur-Unruh, selbstkompensierende Spiralfeder, 21 600 Halbschwingungen pro Stunde, Rücker mit beweglichem Spiralklötzchenträger, Stossicherung Kif-Elastor, 30 funktionelle Rubinlager.

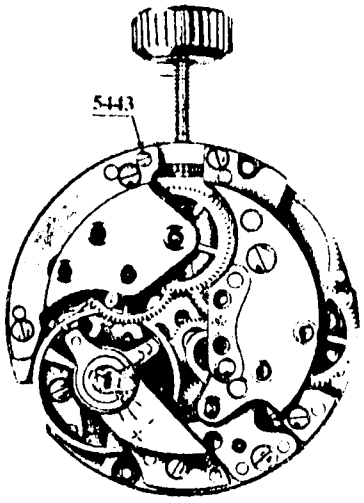
2. Allgemeines. Ein Blick auf dieses Kaliber zeigt uns seinen sinnreichen Aufbau: die Anordnung des Räderwerkes gestattet den Einbau der Automatenvorrichtung in die Räderwerkebene. Ein grosses Federhaus, eine grosse Unruh. Das Minutenrad ist dezentriert.

3. Das auf der Abbildung *1* gut sichtbare **Räderwerk** weist keine Besonderheiten auf.

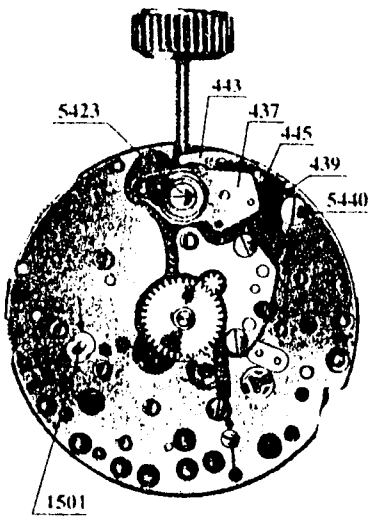
4. Der Zeigerstellmechanismus (Abb. *2*) ist der normale Wippklobenmechanismus. Weil aber das Minutenrad dezentriert ist, muss die Bewegungsübertragung auf die Zeiger gewährleistet werden: auf dem Minutenrad sitzt ein gekerbtes Minutenrohr *240* (Abb. *3*). In der Werkplattenmitte dreht ein ungekerbtes Minutenrohr *243* frei auf dem Zentrumlagerstift. Das Wechselradtrieb endet in einem Zapfen, der in der Werkplatte dreht; gegen den Wellenansatz dieses Zapfens drückt die Feder *476*, um den Eingriff zwischen den beiden Minutenrohren zu gewährleisten und das Zeigerspiel zu unterbinden.

5. Die automatische Aufzugsvorrichtung. Die Schwingmasse oder der Rotor aus antimagnetischer Schwermetall-Legierung (Abb. *4*) ist auf einer Welle aufgeschlagen. Am andern Ende dieser Welle befindet sich das Schwingmasserad *1496*. Die obere Schwingmassebrücke *1131* ist zwischen dem Rotor und der Welle eingesetzt; mit andern Worten: Rotor, Welle und Brücke stehen miteinander in Verbindung. Die Abb. *5* zeigt die schematische Funktionsweise der automatischen Aufzugsvorrichtung. Sie ist leicht zu verfolgen: der im Uhrzeigersinn drehende Rotor treibt über das Schwingmasserad das Wechslerrädchen *1499* an, das zwischen zwei grossen Steinen dreht und gleitet, was mit äusserst geringer Reibung geschieht. In der erwähnten Bewegung treibt es das Spannrad *1480* an. Dieses letztere kann nur in einer Richtung drehen, denn es wird von der Sperrklinke *1428* zurückgehalten. Das Spannrad steht in Eingriff mit dem Reduktionsorgan *1481*, dessen Trieb das Antriebsorgan *1482* des Sperrrades antreibt. Das Trieb des letztern betätigt das Umstelltrieb *1500*. Weil die Feder des Umstelltriebes diese Bewegung unterstützt, dreht das Sperrad.
Kehren wir zum Rotor zurück und lassen ihn im umgekehrten Uhrzeigersinn drehen: das Wechslerrädchen *1499* gleitet in die gestrichelte Stellung und treibt das Reduktionsorgan *1481* im richtigen Sinne an, was der Sperrklinke *1428* erlaubt, die Drehbewegung freizugeben.
Erfolgt der Aufzug von Hand, so muss die Feder *1509* des Umstelltriebes genügend schwach sein, um dem Umstelltrieb zu erlauben, in den Schlitzen in der untern Automatenbrücke *1141* (Abb. *8*) und in der Führungsplatte *1501* (Abb. *2*) des Umstelltriebes in der Werkplatte zurückzuweichen. Auf diese Weise wird das Räderwerk des Automatenaufzuges nicht angetrieben.

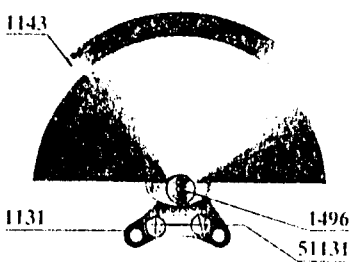
6. Befassen wir uns nun mit dem **Zerlegen** der Uhr.
6.1 Lösen des Uhrwerks aus dem Gehäuse. Je nach Gehäusekonstruktion wird das Uhrwerk entweder mit zwei Werkbefestigungsbügeln (von denen zwei verschiedene Längen bestehen) oder mit dem Glas-Spannring befestigt. Die Verwendung einer zweiteiligen Aufzugwelle ist notwendig bei dem von oben eingeschalten Uhrwerk. Die Stellhebelschraube *5443* ist auf der Abbildung *1* gut sichtbar.
6.2 Abheben des Zifferblattes. Durch Lösen der seitlichen Schrauben können das Zifferblatt und die Zeiger zusammen abgehoben werden, denn das Minutenrohr *243* (Abb. *3*) dreht frei auf dem Zentrumlagerstift. Zum leichtern Einstellen beim Aufrichten empfiehlt es sich, beim Zerlegen zuerst die Zeiger abzuheben. Zwischen das Stundenrad und das Zifferblatt wird eine Spreizfeder eingesetzt.
6.3 Jetzt wird die Zugfeder ent-



1

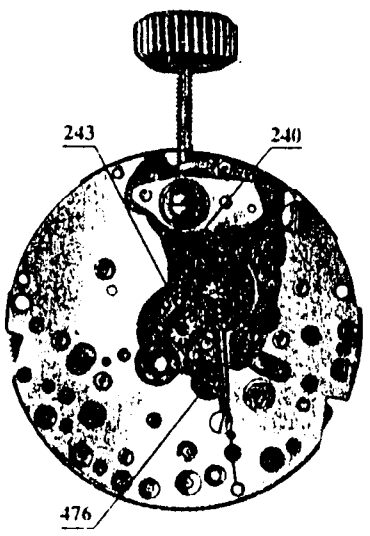


2



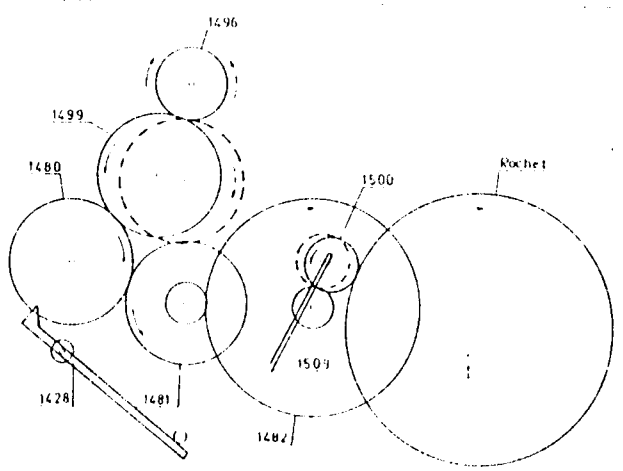
4

Abb. 1 Uhrwerk ohne Rotor, von der Brückenseite gesehen.
Abb. 2 Uhrwerk, von der Zifferblattseite gesehen.
Abb. 3 Wechselrad mit Druckfeder.
Abb. 4 Abgehobener Rotor.



3

5

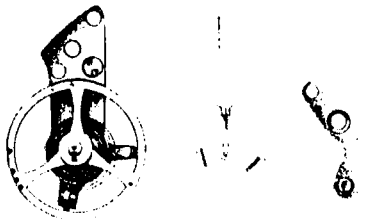


spannt. Auf der Zifferblattseite ist die Führungsplatte *1501* (Abb. 2) für das Umstelltrieb gut sichtbar. Im Schlitz der Führungsplatte wird der Zapfen des Umstelltriebes gegen den Werkplattenrand verschoben, indem man gleichzeitig die Aufzugwelle festhält. Nun lässt man die Aufzugwelle langsam zurückdrehen. Man achte darauf, dass der Schlitz nicht beschädigt wird.

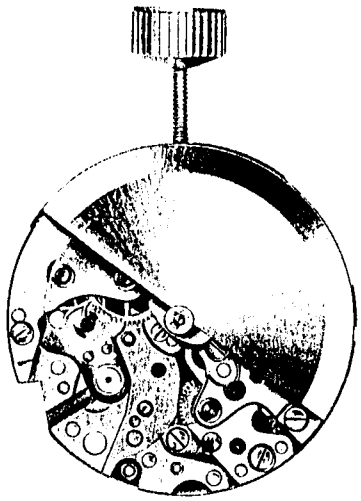
6.4 Vermerken wir noch (Abb. *6*), dass die Unruh, der Anker und die Ankerbrücke unabhängig sind; sie können entfernt werden ohne dass man einen andern Teil des Uhrwerks zerlegt (Abb. *7*).

6.5 Entfernen des Rotors. Man hebt die obere Schwingmassebrücke *1131* (Abb. *4*) mit dem Rotor *1143* ab, indem man die beiden Schrauben *51131* entfernt. Diese beiden Teile sind miteinander verbunden, weil der Rotor durch einen Pressitz auf seiner Welle gehalten wird. Bei einer Überholung kann die ganze Einheit ohne Zerlegen in die Reinigungsmaschine gegeben werden; nach dem sorgfältigen Trocknen wird das obere Rotorlager mit frischem Öl geschmiert. Wünscht man aus einem bestimmten Grund die Schwingmasse von ihrer Brücke zu lösen, so drückt man bloss auf die Welle, um sie von ihrer Passung zu befreien. Das Zusammensetzen der Einheit erfolgt auf einem Nietstock. Achtung: die Schwingmasse muss genau rechtwinklig zur Welle stehen.

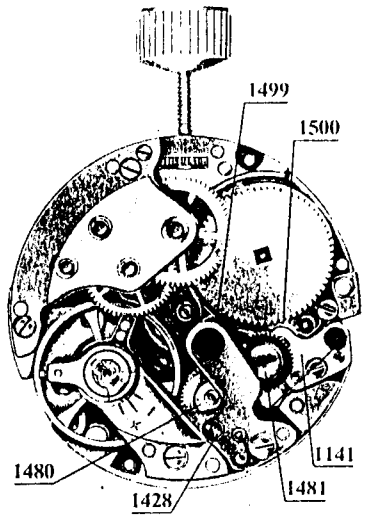
6.6 Entfernen des Federhauses. Die Abbildung *8* verrät, wie leicht das Federhaus *1802* aus dem Werk herausgenommen werden kann. Man entfernt zuerst die Federhausschraube (5180), löst dann die beiden Schrauben der Federhausbrücke, hebt die Brücke ab und zieht das Antriebsorgan des Sperrades zurück: das Federhaus kann aus dem Werk herausgehoben werden. Der Aufzug der Zugfeder soll 6 Umdrehungen betragen, bevor die Schleppfeder zu gleiten beginnt. Das Gleitmoment soll zwischen 430 und 470 gmm messen. Diese Kennzeichen werden in der Fabrik mit modernen Messgeräten geprüft, und wir empfehlen bei Anständen mit der Zugfeder, das ganze Federhaus zu ersetzen. Dem Uhrmacher, der trotz dieser Empfehlung eine Zugfeder selbst auswechseln möchte, geben wir folgende Abmessungen für die Kaliber 04 und 06 an:

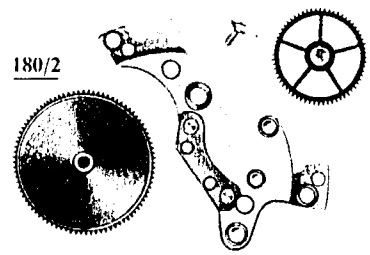


6



7





8

Abb. 6 Unruh, Anker, Ankerbrücke.
Abb. 7 Uhrwerk mit Rotor, ohne Hemmung.
Abb. 8 Abheben des Federhauses. Aufbau der Automatenvorrichtung.

	Zugfeder	Schleppfeder
Dicke	0,08 mm	0,1325 mm
Höhe	1,01 mm	0,95 mm
Länge	210,00 mm	18,5 mm

7. Das Zerlegen des übrigen Uhrwerks bietet keinerlei Schwierigkeiten.

8. Einige Bemerkungen zum **Aufrichten.**

8.1 Wie es bei den Aufzugs- und Zeigerstellmechanismen üblich ist, setzt man zuerst den Stellhebel *443* (Abb. *2*) und die Stellhebelfeder *445*. Gleich anschliessend steckt man die Wippe *437* auf die Werkplatte, und der Kronradkern hält das Ganze mit der Schraube *5423*. Die Wippenfeder *439* wird durch die Schraube *5440* gehalten und gewährleistet durch einen schwachen Druck den Eingriff zwischen dem Zwischensperrad und dem untern Sperrad.

8.2 Das Aufrichten des Räderwerks stellt keine Probleme.

8.3 Aufrichten des Automatenmechanismus. Man beginnt mit dem Umstelltrieb *1500* (Abb. *8*) und der untern Automatenbrücke *1141*. Bei dieser Gelegenheit wird die Feder des Umstelltriebes derart gespannt, dass dieses letztere in seine Arbeitsstellung gedrückt wird. Beim nächsten Arbeitsgang montiert man die obere Automatenbrücke, während das Wechslerrädchen *1499*, die Sperrklinke *1428* (die in der genannten Brücke dreht) und die beiden Räder *1480* und *1481* auf die Werkplatte gesetzt werden. Das Sperrad in seine Aussparung setzen, indem man seinen Eingriff mit dem Umstelltrieb überwacht. Das Federhaus und das Antriebsorgan des Sperrrades einsetzen, alles mit der Federhausbrücke überdecken und die beiden Schrauben der Federhausbrücke und jene des Federhauses festschrauben. Zum Montieren bleibt nur noch der Rotor, indem man darauf achtet, dass das Schwingmasserad korrekt in das Wechslerrädchen eingreift.

9. Wir stellen uns noch einen **Schmierplan** auf.

9.1 Alle Zapfen und Reibungsstellen des Aufzugsmechanismus werden mit Öl Moebius 8200 geschmiert.

9.2 Die Federwelle in der Werkplatte und Brücke, die Federhaustrommel und der Deckel erhalten ebenfalls Öl Moebius 8200. Die unzerbrechliche Zugfeder mit der festgemachten Schleppfeder ist selbstschmierend (Nivaglide): die Innenwand des Federhauses mit Glissalube A Moebius für Messingtrommeln und mit Glissalube B für Aluminiumtrommeln schmieren.

9.3 Das Räderwerk und die Zapfen der Unruhwelle erhalten Synt-A-Lube; die Anker-Hebesteine Moebius 941. Achtung: kein Öl an die Zapfen der Ankerwelle.

9.4 Automatenmechanismus: Umstelltrieb und seine Feder: Moebius 8200.

Synt-A-Lube an folgende Lagerstellen: Antriebsorgan des Sperrrades, Reduktionsorgan, Spannrad, Wechslerrad, Spitze der Sperrklinke, Schwingmassewelle.

Kein Öl an die Zapfen der Sperrklinke.

10. Einige Worte über den **Datummechanismus.** Nach dem Abheben des Zifferblattes bleibt er montiert und seine Funktionen können mühelos beobachtet werden. Ein als Zifferblattauflage dienender Ring lässt sich mühelos abheben. Der Datummechanismus wird von der Halteplatte auf der Werkplatte gehalten.

11. Zuletzt erfolgt die **Kontrolle des Automatenaufzuges.** Bei einer Spannung der Zugfeder von 6 Umdrehungen wird die Uhr senkrecht gehalten und in dieser Stellung langsam um sich selbst gedreht; der Rotor soll nachdrehen, bevor die Uhr um eine Viertelsdrehung verlagert wurde. Wenn nicht, wird die Spannung der Sperrklinke (1328) geprüft und eingestellt und das Freidrehen des Räderwerks überwacht.

Rollamatic, die erste automatische Uhr mit Rollenlager

Nach längeren Versuchen hat die Phenix Watch Co. eine automatische Uhr herausgebracht, die verschiedene Vorteile aufweist. Vor allem wird den Wünschen der Reparateure Rechnung getragen, und andererseits wurde durch die Lagerung des Rotors die Reibung und Abnützung auf das geringstmögliche Maß zurückgeführt. Dadurch zieht sich die Uhr beim Tragen schon innerhalb ganz kurzer Zeit auf und sammelt die Kraft für eine Gangzeit von 40 Stunden an. Die Uhr hat 17 Steine und ist gegen Schlag und Stoß wirksam geschützt. Zur Ganggenauigkeit trägt der Umstand bei, daß die Zugfeder fast während der ganzen Laufzeit voll gespannt ist.

Der automatische Aufzug ist, wie jetzt allgemein üblich, unabhängig von dem Grundwerk und wird durch Lösen der drei Schrauben A, B und C der Automatenbrücke 60 (Bild 1) entfernt. Es empfiehlt sich, das Rollenlager nicht auseinanderzunehmen, also die drei Schrauben D der Platte E in Bild 2 nicht zu lösen und auch nicht die dreieckige Platte F, die darunter angeordnet ist.

Der automatische Aufzug wird auseinandergenommen, indem man zunächst die Schwingmasse abhebt. Dies geschieht durch Einführen der Kornzange in eines der beiden Löcher der Riegelfeder 73 in Bild 2. Dann wird das Ende der Feder gehoben, die Feder seitlich, also horizontal, herausgeschoben, und die Welle der Schwingmasse ist damit frei. Das Abspannen der Zugfeder geschieht durch Ausklinken der Sperrfeder 71 a aus dem Schalthebel 66 a. Dann kann man durch langsame Rückbewegung der Krone die Zugfeder in der üblichen Art entspannen. Darauf wird die Feder 67 vom Hebel 66 entfernt. Durch Lösen der Schraube 79 trennt man die Hebelbrücke 62 und den Hebel 66. Die Automatenradbrücke 61 und das Automatenrad 70 sind durch die Schraube 80 miteinander verbunden, die zu lösen ist, ebenso die drei Schrauben 76 der Welle 72 für die Schwingmasse. Hierauf wird das Lager 69 von dem Hebel 66 getrennt, indem man die Platte 68 löst.

Das Zusammensetzen des automatischen Aufzugs geht naturgemäß grundsätzlich in der umgekehrten Reihenfolge vonstatten: Man setzt das Lager 69 auf den Hebel 66 und schraubt die Platte 68 fest. Geölt werden die beiden Zapfen des Lagers 69.

Dann befestigt man die Automatenbrücke 60 und die Achse der Schwingmasse 72, wonach der untere Zapfen des Automatenrades 70 geölt wird. Nun setzt man das Gesperr 71 und das Automatenrad ein und schraubt die Brücke 61 fest. Hierauf ölt man den oberen Zapfen des Rades 70 und den unteren Zapfen des Hebels 66. Diesen setzt man dann ein und schraubt die Brücke 62 fest. Geölt wird hiernach der obere Zapfen des Hebels 66 und ebenso, aber nur ganz leicht, die Verzahnung des Automatenrades 70. Die Hebelfeder 67 und die Feder 71 a des Gesperrs werden nun eingehängt und die Welle der Schwingmasse leicht geölt.

Schließlich setzt man die Schwingmasse auf die Welle und befestigt sie, indem man die Riegelfeder 73 mit einem Ende in eines der beiden Löcher der Schwingmasse einführt. Die Welle wird durch das Mittelloch der Riegelfeder geführt. Danach drückt man die Riegelfeder waagerecht in die Rille der Achse.

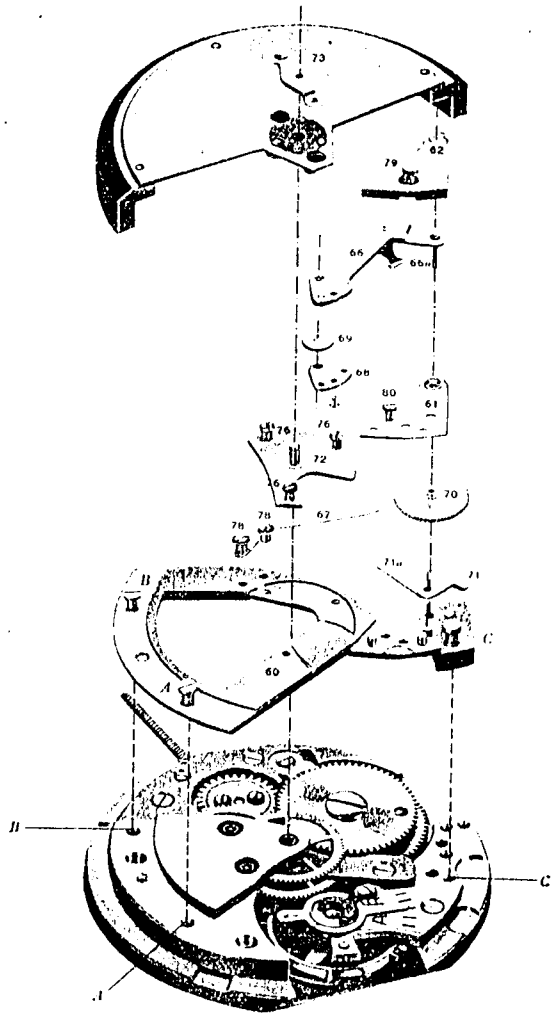


Bild 1

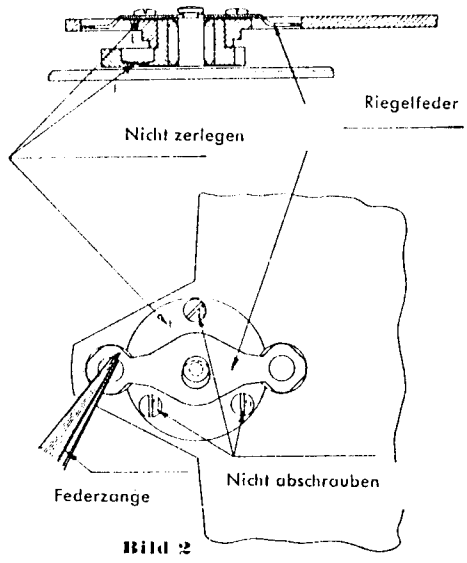


Bild 2

Beim Betrachten der beiden Abbildungen und des Werkes kommt man ohne weiteres zum Ziel, wenn man die Reihenfolge der einzelnen Arbeiten berücksichtigt.

Das Rollenlager der Uhr hat eine fast mikroskopische Kleinheit. Es besteht aus winzigen Stahlrollen, von denen 1700 auf ein Gramm gehen.

Mit dem Äußeren dieser Herrenarmbanduhren im Durchmesser von 32–36 Millimeter ist der modernen Form selbstverständlich Rechnung getragen.

BUREN WATCH COMPANY S. A.

LA MONTRE A REMONTAGE AUTOMATIQUE «ROTOWIND»

La plus petite montre du monde avec indicateur de la réserve de marche

Le problème posé au technicien lors de la construction d'une montre automatique est simple. Il s'agit de créer un mouvement de montre dont le ressort est remonté par les oscillations d'une masse pesante. Les mouvements modérés d'une personne calme doivent suffire pour engendrer une réserve de marche tandis que les mouvements brusques d'un agité ne doivent jamais amener la rupture d'aucune des pièces de la montre. Ces deux conditions ne sont pas faciles à remplir simultanément ; d'où le grand nombre de modèles différents de montres automatiques. Cependant ici, comme dans bien d'autres problèmes techniques, la meilleure solution finit par s'imposer. Pour les très petites montres, cette solution consiste en l'application du rotor, c'est-à-dire d'un mobile susceptible de tourner indéfiniment dans les deux sens en armant le ressort moteur quel que soit le sens de rotation. Le rotor peut être relativement léger ; grâce au long chemin qu'il peut parcourir, il utilise tous les mouvements du bras du porteur de la montre.

Ces raisons expliquent le choix du rotor par la Maison Buren Watch Company S. A., pour sa nouvelle montre automatique de dames, calibre 535, une construction qui, basée sur les plus récentes connaissances techniques, est de nature à contenter tous les clients. De nombreux essais ont montré que des personnes dont les mouvements du bras sont modérés, remontent complètement la montre et qu'un remontage à fond n'occasionne ni dérangement ni rupture de pièces. Les montres « Rotowind » sont équipées de ressorts « Powermaster » en alliage inoxydable et pratiquement incassables. le balancier est assuré contre la rupture des pivots par suite de chocs, grâce au dispositif « Incabloc ». Le mouvement peut avoir de 15 à 25 rubis.

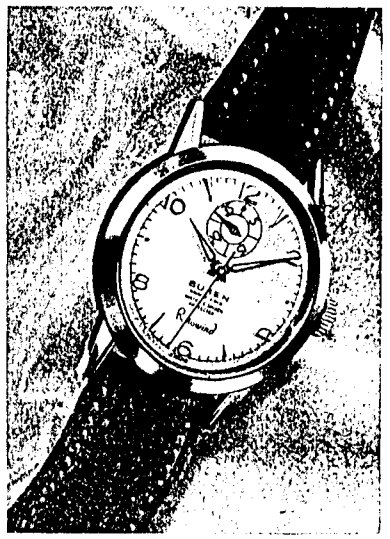


Fig. 1. La plus petite montre du monde avec indicateur de réserve de marche. Pour une montre automatique, la boite est élégante et plate. L'indicateur de réserve de marche ajoute à la beauté du cadran.

Le mouvement

Le mouvement frappe par la grandeur de son balancier dont les oscillations sont entretenues par un ressort enfermé dans un grand barillet, propre à emmagasiner une énergie capable de maintenir la montre en marche pendant 40 heures. Le moment de la force du ressort ne varie que peu ; de ce fait, l'amplitude du balancier est à peu près constante et la marche de la montre est plus précise et plus stable. Une bonne

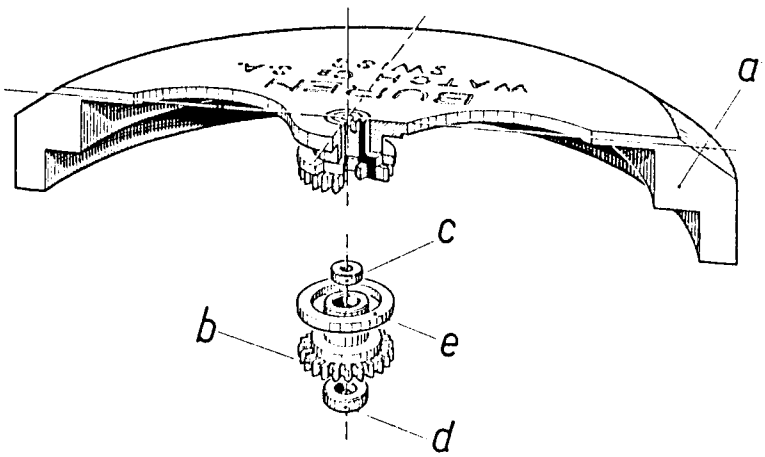


Fig. 2. Le rotor et sa liaison avec le pignon b, les deux paliers c et d et l'anneau e.

Fig. 3

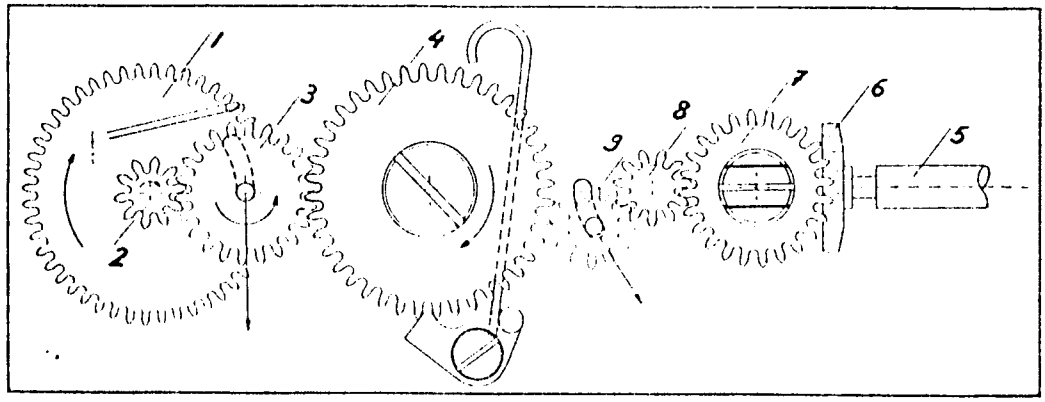


Fig. 4

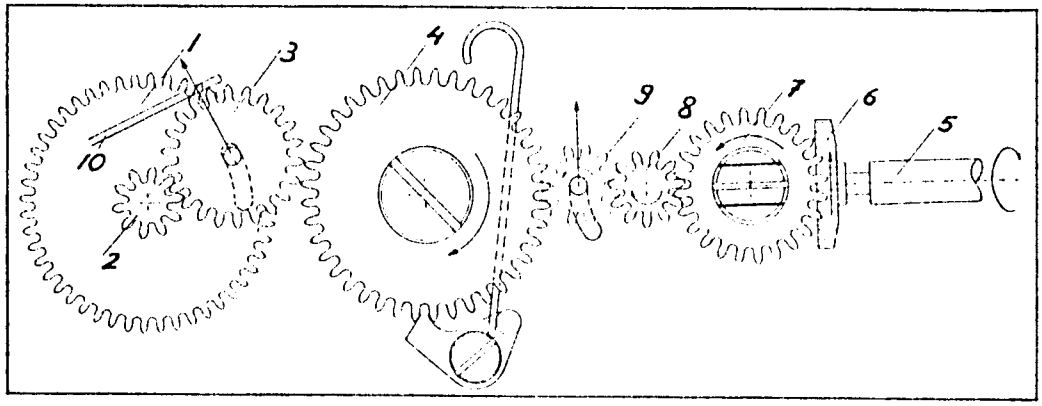


Fig. 3. Le remontage automatique. Le rotor actionne les roues 1, 2, 3 et 4 dans les sens indiqués par les flèches. La roue 9 est poussée hors de la roue 4 et le remontage manuel est mis hors service.

Fig. 4. Le remontage manuel. La tige de remontoir 5 actionne les roues 6, 7 et 8 dans le sens des flèches. De par son sens de rotation, la roue 9 est automatiquement mise en prise avec la roue 4 et le remontage se produit. La roue 3 abandonne automatiquement la roue 4, de sorte que les roues 1, 2, etc. jusqu'au rotor, restent immobiles.

disposition des organes de la montre a permis d'utiliser des roues de grands diamètres. Le dispositif de la seconde au centre est simplifié en ce sens qu'il n'y a plus de roue intermédiaire sur l'arbre de la roue moyenne, avantage très apprécié du rhabilleur et qui a pour conséquence un mouvement relativement bas. Tous les organes sont facilement accessibles et le montage de ce mouvement n'est pas plus difficile que celui d'une montre ordinaire. L'échappement est visible ; aucune roue ne se trouve au-dessus du balancier ou du spiral ; ce dernier ne peut pas rester accroché à une roue ou recevoir de l'huile d'un autre organe. La hauteur du coq est suffisante pour qu'on puisse utiliser un spiral Breguet.

Le remontage automatique

Le remontage se fait à partir du rotor représenté dans la figure 2. Le constructeur a cherché à réaliser une liaison solide entre le pignon et la plaque portant le poids ; il a réalisé la coïncidence des axes des deux paliers et obtenu ainsi un rotor tournant rond et plat. Au moyen d'une vis et d'une fourchette, on fixe facilement le rotor sur le mouvement. Les pressions axiales agissent sur la fourchette qui prévient ainsi une rupture de l'arbre du rotor. Les dimensions du rotor ont été diminuées en utilisant un alliage non magnétique plus lourd que le plomb.

Les mouvements de va-et-vient du rotor sont transformés en une rotation à sens unique par un dispositif simple. Ce système rend superflu l'utilisation de ressorts et de cliquets : il est de bon rendement. Le chemin parcouru par le rotor pour mettre en engrenage la roue dentée correspondant à son sens de rotation, est ici un avantage appréciable. Lors du changement du sens de rotation du rotor, le moment est minimum et, comme en cet instant, le rotor tourne librement, sa vitesse et son énergie cinétique augmentent très rapidement. D'où il résulte un remontage plus rapide même lors de très petits changements de position de la montre.

Indépendance des remontages automatique et à la main

Il s'agit ici d'un des nombreux détails qui font du « Rotowind » Buren une des créations les plus modernes de l'industrie suisse. Dans la plupart des systèmes, le remontage automatique met en mouvement, non seulement le rochet mais tous les organes du remontage manuel : la roue en couronne, le pignon de remontoir, le pignon coulant ; ce dernier se meut sur la tige de remontoir en déplaçant la bascule et son ressort. On diminue cette perte d'énergie en utilisant un ressort de bascule faible dont le mouvement se manifeste par un petit bruit lorsqu'on tourne la couronne à rebours.

Considérant la surface de frottement de la roue en couronne, l'engrenage de cette dernière roue avec le pignon de remontoir et la rotation constante de ces organes quand on ne remonte pas la montre à la main, on conçoit que l'élimination de ces mouvements inutiles et néfastes doit augmenter notablement le rendement du dispositif de remontage automatique. Cette suppression, réalisée dans le « Rotowind », permit d'utiliser un rotor plus léger et d'obtenir entre le moment du ressort moteur et celui du rotor un rapport meilleur que dans les autres montres de mêmes dimensions.

Ce progrès fut réalisé simplement et élégamment de la manière suivante : la figure 3 représente les organes de transmission pour les deux remontages, automatique et manuel. Lorsque le remontage automatique fonctionne, le dispositif reçoit du rotor l'impulsion qui est transmise à travers les roues 1, 2 et 3 au rochet fixé sur l'arbre de barillet. Il n'y a aucune liaison avec le mécanisme de remontage manuel car les roues 4 et 9 ne sont pas en prise. Si l'on remonte à la main, on fait tourner toutes les roues à partir de la tige de remontoir ainsi qu'il est montré dans la figure 4. La roue 9 est, par suite de son sens de rotation, mise en engrenage avec le rochet 4 et le remontage se produit. Pendant cette opération, la roue 2 est immobile et ainsi la roue 3 n'est pas en prise d'engrenage. Sous l'influence du ressort 10, la roue 3 a tendance à entrer en engrenage avec le rochet 4. Ceci produit un bruit très agréable à l'oreille, analogue à celui que l'on entend lors du remontage habituel. Ainsi disparaît un défaut des montres automatiques : le bruit du dispositif de remontage manuel provoqué par un cliquet à peine élastique.

Si le remontage se fait à partir du rotor, la roue 3 est poussée vers le rochet 4 qui aussitôt repousse la roue 9 et coupe ainsi toute liaison avec le dispositif de remontage manuel. La roue 3 n'est plus en contact avec le ressort 10 et il n'y a aucune perte de force puisque le mouvement de la roue 9 n'est pas influencé par un ressort.

L'indicateur de réserve de marche.

Pour répondre à un désir maintes fois exprimé, la montre « Rotowind » a été munie d'un indicateur renseignant le porteur de la montre sur la durée restante de marche de celle-ci, durée correspondant au degré actuel du remontage. Ce dispositif supplémentaire est incorporé dans le mouvement de façon organique au moment de la construction du calibre ; ce n'est pas un assemblage de pièces rajoutées plus ou moins heureusement. On a renoncé délibérément à l'engrenage différentiel dont le fonctionnement semble souvent mystérieux même au professionel. Cet indicateur n'oblige pas le constructeur à augmenter la hauteur du mouvement. C'est ce qui permit de construire la montre pour dames « Rotowind », qui est la montre avec indicateur de la réserve de marche la plus petite et la plus plate qui existe actuellement sur le marché.

La figure 5 montre la simplicité de la construction. Le pignon 1 fixé sur l'arbre de barillet, meut l'aiguille 3 à travers la roue 2. L'aiguille se déplace dès que la montre est remontée, que ce soit à la main ou automatiquement. A travers les roues 5, 6, 7, 8 et 9, le barillet 4 actionne le disque 10 qui tourne comme l'aiguille, dans le sens positif, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. Si la montre est posée sur une table, par exemple, elle ne se remonte pas, l'aiguille reste immobile tandis que le disque tourne ; la réserve de marche diminue. Dès que la montre est remontée, c'est l'aiguille qui tourne ; la réserve de marche augmente. Si la montre est portée, le disque et l'aiguille tournent et la position de l'aiguille par rapport au disque indique toujours l'état de tension du ressort moteur. Si le remontage équivaut exactement à la diminution de tension du ressort par suite de la marche de la montre, la position de l'aiguille relativement au disque ne change pas puisque disque et aiguille tournent dans le même sens et à la même vitesse. Grâce à ce système, la montre « Rotowind » permet une lecture facile et exacte de la réserve de marche exprimée en heures.

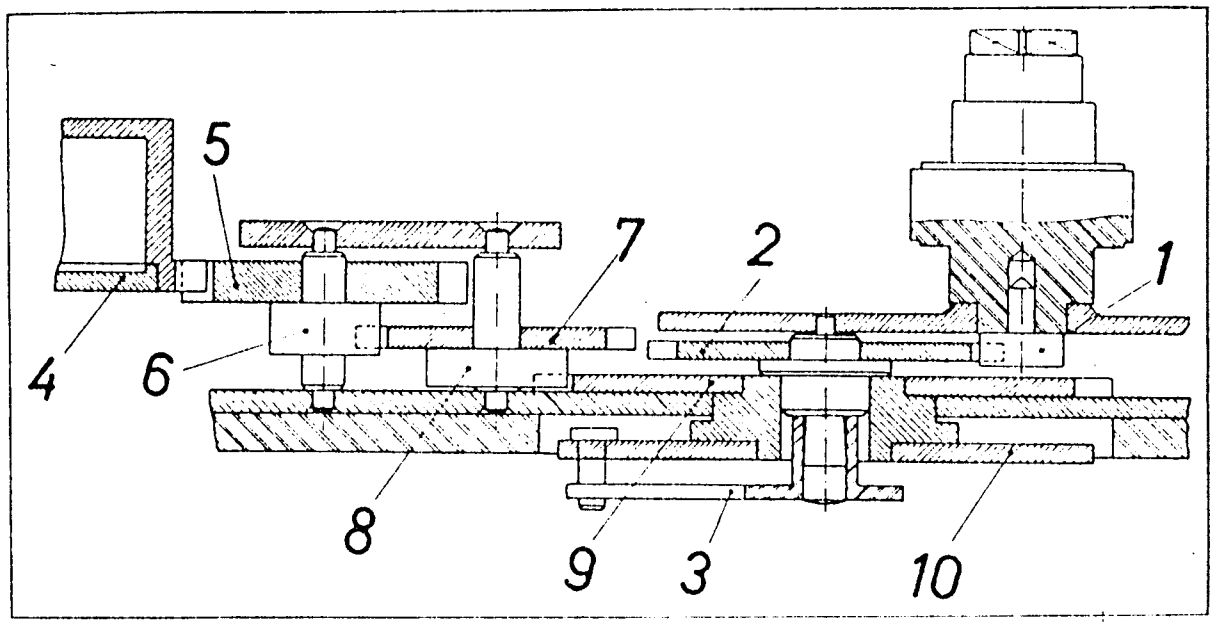


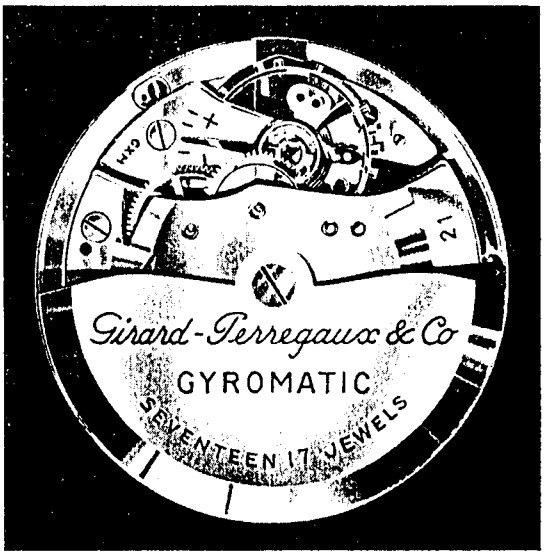
Fig. 5. L'indicateur de réserve de marche. Au remontage, l'aiguille 3 est mise en mouvement à partir de l'arbre de barillet 1. Le disque 10 est actionné dans le même sens à partir du barillet. La position de l'aiguille relativement au disque indique la réserve de marche.

GIRARD-PERREGAUX, LA CHAUX-DE-FONDS

Gyromatic No 21 : nouveau mouvement automatique parmi les plus plats que l'on connaisse, avec seconde au centre et un rotor agissant dans les 2 sens. Le redresseur mécanique de ce mouvement moderne a un rendement exceptionnel. En effet les roues « Gyromobiles », le cœur du Gyromatic, assurent, grâce à leurs cliquets flottants, un accouplement instantané du rotor et du ressort. Pour la première fois, le rotor tourne entre deux paliers empierrés : le jeu et le frottement sont extrêmement réduits.

Pour faciliter autant que possible le travail de l'horloger-rhabilleur, le montage du dispositif de remontage automatique, en lui-même très simple, a été exécuté avec le plus grand soin. Trois vis suffisent pour fixer ce dispositif sur le mouvement de base de la montre : une fois séparées, chacune des deux parties forme un tout : ainsi le contrôle des fonctions est facilité et tous les organes sont accessibles. Ces qualités seront très appréciées au moment où, après un long usage, il faudra nettoyer la montre.

Toutes les montres de la maison Girard-Perregaux sont réglées avec le plus grand soin : il en est de même de la montre Gyromatic No 21. Le grand barillet contient un ressort incassable et réalise, avec le balancier de grandes dimensions, les meilleures conditions d'un réglage précis, de beaucoup supérieur à un réglage moyen. Le spiral est fixé au moyen d'appareils spéciaux afin d'assurer la position la plus favorable du point d'attache intérieur du spiral. Chaque montre placée sur la machine à déterminer la marche donne un diagramme impeccable car le porte-piton mobile permet un réglage parfait de la position zéro.

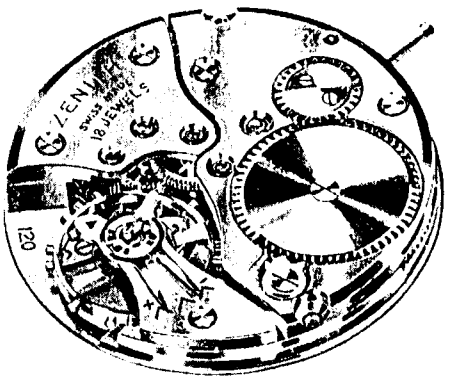


MONTRES ZÉNITH S. A. LE LOCLE

Les Fabriques des montres Zénith viennent de lancer sur le marché un nouveau calibre bracelet (réf. 120) correspondant aux exigences de la clientèle d'aujourd'hui. Le mouvement, qui est fortement biseauté du côté cadran, afin de permettre la construction de boîtes élégantes et relativement basses, a les dimensions suivantes : diamètre d'encageage 26.75 mm, hauteur totale 4.65 mm. Tous les mouvements comprennent 18 rubis et sont montés avec pare-chocs.

Ce calibre qui est à seconde au centre directe est muni d'un système permettant l'arrêt de la seconde lorsque la tige de remontoir est en position de mise à l'heure, ceci afin de faciliter la mise à l'heure à la seconde.

Le barillet a été dimensionné de manière à assurer une réserve de marche de 50 h. Afin de pouvoir placer des organes moteur et réglant de grandes dimensions dans le but d'obtenir les meilleures conditions de réglage





possibles, la roue de centre a été déplacée de manière à ne laisser au centre que le pignon de seconde. Le système de seconde au centre est à roue moyenne double. C'est le décentrage de la grande moyenne qui a nécessité cette construction. Ce système présente, par rapport à d'autres, l'avantage de ne pas nécessiter de pivotements superposés au centre, cete superposition entraînant une augmentation de hauteur. Pour compléter le système réglant une raquette spéciale à double flèche brevetée facilite les retouches de raquette.

Le mécanisme d'arrêt de l'aiguille de seconde lors de la mise à l'heure est très simple. Une bascule commandée par la tige de remontoir vient agir, par l'intermédiaire d'un bec dans une roue à denture triangulaire, calée sur l'axe du pignon de seconde au centre. Le tout est construit de manière à ce que l'arrêt se produise toujours sur la division de la seconde.

INTERNATIONAL WATCH CO., SCHAFFHOUSE

Un nouveau progrès dans la construction de montres antimagnétiques et étanches.

Une des conséquences de l'évolution technique actuelle réside dans l'emploi de plus en plus généralisé de moteurs, d'appareils électriques, d'appareils et installations divers dont les radiations magnétiques constituent un grand danger pour des montres insuffisamment protégées. C'est pour combler cette lacune que l'International Watch Co. vient de créer une nouvelle montre automatique « International Ingénieur ». Cette montre « Ingénieur » semble bien être la solution idéale recherchée depuis longtemps. Non seulement les parties les plus sensibles du mouvement sont en métaux antimagnétiques, mais encore le mouvement est entouré d'un double boîtier, celui de l'intérieur remplissant le rôle de manteau antimagnétique. Tous ces dispositifs de sécurité protègent la montre contre des radiations magnétiques jusqu'à concurrence de 1000 Oersteds, alors qu'une influence de 100 Oersteds suffit déjà pour dérégler une montre normalement appelée antimagnétique.

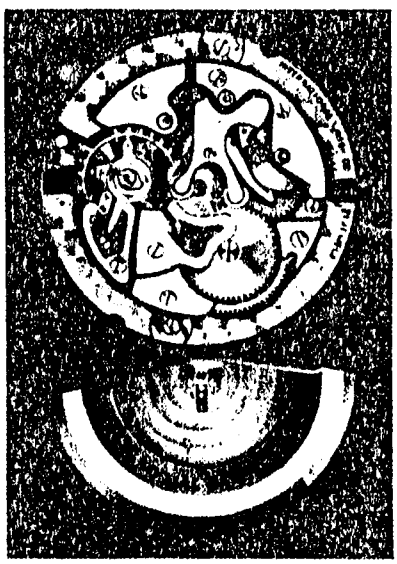


Fig. 1

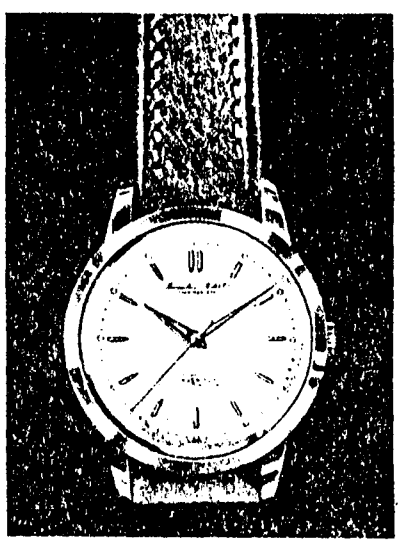


Fig. 3

Cette montre a un ressort-moteur pratiquement incassable, antirouille et antimagnétique. Les parties les plus sensibles du mouvement, le balancier et l'échappement, sont en métal antimagnétique, ce qui assure la meilleure protection contre les radiations ma-

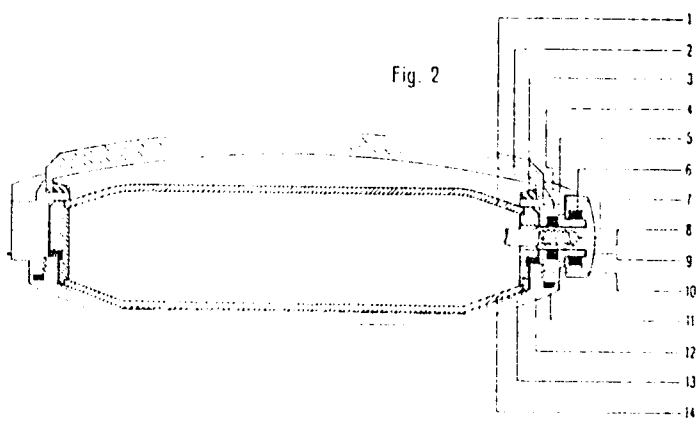


Fig. 2

Fig. 1 : Le mouvement d'une montre « International Ingénieur ». Automatic, agrandi 1½ fois avec la masse rotor démontée (en bas).

Fig. 2. *Le remontoir :* La couronne du remontoir, légèrement enfoncée dans la partie médiane du boîtier, est rendue étanche par un premier joint circulaire (6) dans la tête de la couronne et par un deuxième joint circulaire (9) entre le tube de la couronne et la partie médiane du boîtier (5).

Le verre : Le verre incassable, synthétique (2), entouré d'une lunette (1), renforcé d'un cercle en acier (3), assure une excellente étanchéité.

Fig. 3 La nouvelle montre automatique « International Ingénieur ».

Untersuchungen an Rotoren von Automatikuhren

Die Automatikvorrichtungen in Armbanduhren wurden geschaffen, um den Ablauf der Zugfeder durch die natürlichen Armbewegungen zu verhindern, eine möglichst konstante Schwingungsweite der Unruh herbeizuführen und damit die Gangdifferenzen so klein wie möglich zu halten. Im Laufe der letzten Jahre wurde der allseitig umlaufende Rotor mehr und mehr bevorzugt, während die Schwingmasse mit Federbegrenzung verdrängt wurde, was wegen der rationelleren Ausnutzung der Umlaufbewegung des Rotors verständlich ist.

Wenn gleich der Rotor bessere Aufzugsbedingungen schafft, so scheint er doch noch nicht die endgültige Form zu sein, die *eine optimale Aufzugszeit herbeiführt*. Diese Zeit wird im allgemeinen durch die Untersetzung zwischen dem Rotorritzel und dem Sperrad bestimmt, dann aber auch durch die Größe des Rotorhalbmessers. Darüber hinaus aber kommt noch ein weiterer Faktor hinzu, der im allgemeinen wenig beachtet wird. Es hat sich gezeigt, daß der Überdeckungswinkel von 180° doch nicht das optimale Aufzugsdrehmoment ergibt. Wohl hat man das größte Gewicht des Rotors an den äußeren Umfang verlegt, nicht nur mengenmäßig, sondern auch durch Verwendung eines Metalls mit großer Wichte, gewöhnlich Wolfram. Bei der Berechnung des Trägheitshalbmessers wird dabei im allgemeinen der Rotorboden, gewöhnlich aus Messing, vernachlässigt und dabei die Formel

$$\varrho = \frac{2\,(R^3 - r^3)}{3\,(R^2 - r^2)} \cdot \frac{\sin \alpha}{\text{arc } \alpha}$$ verwendet.

Aus der Formel erkennt man, daß bei sin $\alpha = 1$ (Überdeckungswinkel 180°) der Wert der Gleichung am größten wird. Offenbar wird also bei dem üblichen Überdeckungswinkel von 180° des Rotors der Maximalwert erreicht. Tatsächlich werden heute die meisten — wenn nicht alle — Rotoren mit einem solchen Winkel ausgestattet. Sie ergeben auch *eine ausreichende Aufzugsleistung*, da sie groß genug sind. Bei kleinen Armbanduhren jedoch läßt die Aufzugsleistung zu wünschen übrig, da der Rotor kein genügend großes Gewicht hat, so daß man gezwungen ist, die Untersetzung zum Sperrad zu erhöhen, was allerdings problematisch ist, da die Aufzugszeit übermäßig groß werden muß. Daher kommt es auch, daß nur wenige Damenarmbanduhren mit Automatikvorrichtungen versehen sind.

Im Folgenden soll daher auf die Wirkungsweise der Rotoren näher eingegangen werden. Bei näherer Untersuchung stellt es sich heraus, daß es im allgemeinen *zwei Bewegungstypen* gibt, eine schnelle und eine langsame. Bei der langsamen Bewegung bleibt der Rotor stets unten, während das Werk eine Drehbewegung ausführt, sofern diese Bewegung langsam genug ist. Die Bewegung kann sogar einen vollständigen Umlaufwinkel beschreiben, wie bei dem Umlaufreguliergerät. In diesem Fall wird das Aufzugsmoment bestimmt durch das Drehmoment, bestehend aus dem Halbmesser des Kreisringes, als den man ja den Rotor ansehen muß, und seinem Gewicht. Eine solche Drehbewegung kommt aber nur in den seltensten Fällen vor, wenn gleich man sagen muß, daß die Armbewegungen außerordentlich vielseitig sein können, so daß es schwer ist, sie überhaupt zu analysieren.

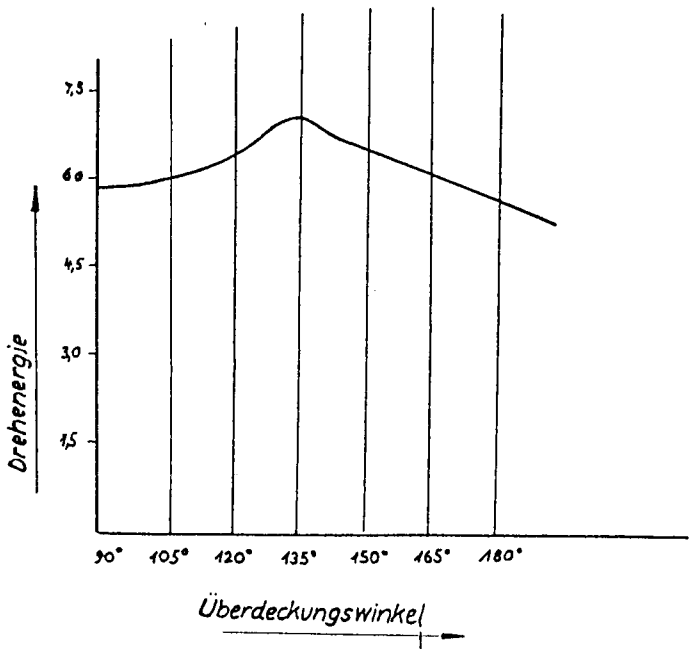
Wenn hier aber trotzdem der Versuch gemacht wird, eine Unterteilung in schnelle und langsame Drehbewegungen vorzunehmen, so geschieht dies nicht etwa dadurch, daß hieraus eine klare Entscheidung über die Aufzugszeit gemacht werden soll, sondern um die Unterscheidung schlechthin. Wie lange praktisch die Aufzugszeit dauert, *hängt im wesentlichen vom Temperament des Trägers ab*. Es gibt bekanntlich Menschen, bei denen eine Automatikuhr überhaupt nicht geht. Es gibt aber auch Menschen, bei denen sich die Aufzugfeder bereits nach zwei Stunden spannt. Normalerweise rechnet man mit einer Aufzugsdauer am Arm von 6 Stunden. Eine große Untersetzung benötigt eine längere Aufzugsdauer als eine mit kleiner. Am Umlaufreguliergerät gibt es nicht selten Uhren, die 13 bis 17 Stunden benötigen, ohne daß man daraus einen Schluß auf die Qualität der Automatikvorrichtung ziehen kann. Am Arm eines temperamentvollen Trägers dürfte diese sogar gerade richtig sein. Im Zeitalter der rationellen Fertigung dürfte aber das Umlaufreguliergerät wegen seiner zu langen Prüfdauer nicht geeignet sein. Dies gilt vor allem deswegen, weil es nur die langsamen Drehbewegungen der Rotoren bevorzugt, und die schnellen fast unberücksichtigt läßt.

Es sind aber gerade die schnellen Armbewegungen — mehr oder weniger — die dem Rotor erst seine Bedeutung geben. Sobald nämlich der Rotor *aus seiner Ruhelage* herauskommt, sei es durch Pendelung oder durch eine rasche Bewegung, impulsartig hochgerissen wird und sogar von seinem höchsten überschlägt, unterliegt er der Erdanziehungskraft, und aus der mehr oder weniger gleichförmigen Bewegung wird eine beschleunigte. Seine Drehenergie ist:

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot \varrho^2 \cdot \omega^2}{2}$$

Wie man sieht, liegt eine quadratische Abhängigkeit des Trägheitshalbmessers und der Winkelgeschwindigkeit vor.

Trägt man daher die Drehenergie in Abhängigkeit von dem Überdeckungswinkel des Rotors zeichnerisch auf, so erhält man die in der Abbildung dargestellte Kurve, deren *Maximum bei 135°* liegt. Tatsächlich ergaben Versuche an verschiedenen



Kalibern mit verschiedenen Rotoren in den Winkelgrößen von 120°, 135°, 150°, 165° und 180° den Beweis für die Richtigkeit dieser Überlegungen. Mehrumgänge des Federhauses von 1/2 bis 1 Umgang haben die Überlegenheit der Aufzugsleistung von Rotoren mit einem Überdeckungswinkel von 135° gezeigt.

(Emil Unterwagner)

HANS KOCHER

Untersuchungen über das Verhalten automatischer Uhren beim Tragen

Es ist erstaunlich, was sich über die Uhr mit Selbstaufzug alles berichten läßt. Die NUZ setzt daher hier ihre Artikelfolge über die Automatic mit einem weiteren aufschlußreichen Beitrag fort, der bereits in Band XIII des Jahrbuchs der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie zur Veröffentlichung kam.

Da er jedoch in seinen Aussagen auch für den Uhrmacher von weittragender Bedeutung ist, berichtet die NUZ hier, was Hans Kocher über die Automatic zu sagen weiß. (Die Schriftleitung)

Jeder Uhrenfachmann, der automatische Uhren verkauft, mußte schon die Erfahrung machen, daß neben vielen zufriedenen auch unzufriedene Kunden anzutreffen sind. Dabei hat meist niemand Gelegenheit, die Ursachen des Versagens *genau zu analysieren*, und so bleibt ein Rest von Mißtrauen, das die automatische Uhr in keiner Weise verdient.

Im Grunde genommen ist die automatische Uhr *ein Meßgerät*, das die Bewegungsintensität des Besitzers registriert und das gefundene Resultat durch folgende drei Aussagen bekanntgibt:

a) sie funktioniert zur Zufriedenheit des Besitzers;

b) sie macht ungenaue Zeitangaben oder bleibt an ruhigen Tagen stehen;

c) sie versagt ihren Dienst und bleibt stehen, nachdem sie vorher einige Monate befriedigte.

Reagiert eine Uhr so, wie unter a) aufgeführt, dann hat sie einen idealen Besitzer gefunden, der ihr durch seine Armbewegungen täglich diejenige Energie zuführt, die sie braucht. Macht eine neue Uhr wie unter b) erwähnt unzuverlässige Zeitangaben, oder bleibt sie gar stehen, so hat in der Regel am Uhrwerk selber überhaupt nichts versagt, sondern der Träger hat die Uhr zu wenig bewegt. Ein Mangel an Gangreserve ist die Ursache dieser Störungen. Die gleiche Uhr kann *am Arm eines andern Kunden sehr gute Leistungen* aufweisen. Der Besitzer einer Uhr, die nach der Art c) reagiert, verkürzt die Lebensdauer seiner Uhr durch Überbelastung; frühzeitige Abnützung und Verschleiß sind die Ursachen des Versagens.

So kann ein Qualitätsprodukt je nach Behandlung sehr verschiedene Resultate geben. Die Pannen nach b) werden sich meist in den ersten Monaten nach dem Kauf einstellen und sind deshalb *unangenehmer* als die Versager nach c), die häufig erst nach einigen Jahren auftreten, deren Behebung dann aber kostspieliger ist.

Der Kunde erwartet von jeder automatischen Uhr, die diesen Namen verdient, einen *über Jahre anhaltenden tadellosen Gang*. Er betrachtet sich als dynamische Person, die unter allen Umständen genügend aufzieht, und verlangt, daß diese von ihm aus gesehene normale Beanspruchung keinen Verschleiß zur Folge hat. Bleibt eine Uhr an seinem Arm stehen, so hat seiner Meinung nach der automatische Aufzug versagt, und zwar auch dann, wenn er wegen Krankheit oder Urlaub wenig Bewegungen ausführt. Der gleiche Kunde sieht ohne weiteres ein, daß das Versagen einer Uhr mit Handaufzug seine Schuld ist, wenn er es unterläßt, diese Uhr regelmäßig aufzuziehen.

Der Uhrenverkäufer hat im Kunden den zukünftigen Besitzer einer automatischen Uhr vor sich, von dem er nicht weiß, ob er ein idealer, zu lebhafter oder zu ruhiger Träger sein wird. Für den Verkäufer ist deshalb jeder Verkauf einer automatischen Uhr eine Lotterie. Wir werden ihm hier zeigen, *wieviele Treffermöglichkeiten* er hat und was er tun kann, um möglichst alle Kunden zufriedenzustellen, denn der Konstrukteur ist bestrebt, sein Uhrwerk so zu entwerfen, daß es selbst unter den extremen Bedingungen b) und c) zu befriedigen vermag. Der vorzeitigen Alterung tritt er durch geeignete Werkstoffwahl entgegen, und den Mangel an Bewegungen versucht er durch einen auf kleinste Bewegungen ansprechenden Aufzug auszugleichen. Unsere Untersuchung zeigt, wie die extremen Betriebsbedingungen miteinander verknüpft sind und welche Fortschritte für den Bau automatischer Uhren zu gewinnen sind.

Die automatische Uhr ist *stark von den Lebensgewohnheiten ihres Besitzers abhängig*, ohne daß derselbe allerdings etwas davon weiß. Die verschiedenartigen Betriebsbedingungen, welche die automatische Uhr zu erwarten hat, gehen etwa daraus hervor, daß eine und dieselbe Uhr am Arm der einen Person zuwenig aufzieht, um in der Hosentasche einer andern Person zuviel Gangreserve zu schaffen. Die Gangleistungen der Uhr werden durch die Spannung der Zugfeder bestimmt, und so kann die automatische Uhr je nach Beständigkeit oder Unbeständigkeit des Aufzuges im Gebrauch sehr verschiedenartige Gangleistungen aufweisen. Jede automatische Uhr setzt Menschen mit bestimmten physischen Eigenschaften voraus. Die optimale Leistung wird diejenige Uhr erreichen, welche möglichst allen auftretenden Betriebsbedingungen gerecht wird. Um diese Uhr zu bauen, mußte das Verhalten der bestehenden Bauweisen unter extremen Bedingungen untersucht werden.

Jede Firma, die mit automatischen Uhren zu tun hat, kennt ihre eigenen *Methoden zur Kontrolle* der Wirksamkeit des automatischen Aufzuges. Da hat ein Unternehmen einen besonders ruhigen Mitarbeiter, an dessen Arm die Uhr befriedigen muß; dort werden gleichzeitig zwei Uhren am Arm getragen, um die neue mit der alten bewährten zu vergleichen. Unsere Untersuchung gibt diesen individuellen Versuchsergebnissen die richtige Interpretation und zeigt, daß nur statistische Überlegungen zu brauchbaren Resultaten führen.

Nach einer weitverbreiteten Meinung ist der beste automatische Aufzug derjenige, welcher die Zugfeder am schnellsten spannt [2]. Tatsächlich können damit Ausfälle nach b) weitgehend vermieden werden; aber die unter c) erwähnte Gefahr des frühzeitigen Verschleißes nimmt dann rasch zu. Lange wurden die Rotore zwecks rascherem Aufzug überdimensioniert; heute wird versucht, mit einem Minimum an Aufwand einen maximalen Wirkungsgrad zu erreichen.

DAS FEDERHAUS UND DIE RUTSCHKUPPLUNG DER AUTOMATISCHEN UHR

Als Kraftspeicher für den Antrieb der Unruh wird eine gespannte Zugfeder, die in einem Federhaus untergebracht ist, verwendet. Die spiralförmig gewundene Zugfeder ist innen an der Federwelle eingehängt, während das äußere Ende in einer Schleppfeder endet, welche mit der Federhauswandung zusammen eine Rutschkupplung bildet. Dank dieser Anordnung kann die Drehmomentenabgabe *auch während des Aufziehens* erfolgen und die Rutschkupplung verhindert nicht nur ein Überziehen der Feder, sondern begrenzt auch das übertragbare Drehmoment.

Die Arbeit des automatischen Aufzuges über den Vollaufzug hinaus kann auch durch einen anderen Mechanismus als die oben beschriebene Rutschkupplung vermieden oder vernichtet werden. Die Rutschkupplung im Federhaus jedoch erreicht mit äußerst geringem Aufwand ein gutes Resultat, weil die radial wirkenden Kräfte der Zugfeder die vorgespannte Schleppfeder in ihrer Funktion wirksam unterstützen.

Die Drehmomentkurven der Zugfeder mit Rutschkupplung

Die wichtigsten Merkmale über den *Verlauf des Federdrehmomentes* sind in Abbildung 1 zusammengestellt. Beim Spannen der Zugfeder entsteht die Aufzugkurve, welche bei Vollaufzug den Wert Mv erreicht. Die Rückwärtsbewegung der Sperrklinke verursacht eine Entspannung des Federzaumes und damit verbunden einen Kraftsturz, welcher zum Beginn der Ablaufkurve Mo führt. Mit fortschreitendem Ablauf erreicht die Kurve nach 24 Stunden den Punkt M 24, um bei weiterer Entspannung zu ihrem Ursprung zurückzukehren. Der Wirkungsgrad der Zugfeder ist um so größer, je kleiner die Fläche zwischen der Aufzug- und Ablaufkurve wird. Praktisch werden folgende Werte gefunden:

Sehr guter Wirkungsgrad	90 bis 95%
Guter Wirkungsgrad	75 bis 89%

Mit andern Worten werden 75 bis 95% der Aufzugsarbeit beim Ablauf wieder abgegeben. Der Abfall des Drehmoments während den ersten 24 Stunden des Ablaufes soll möglichst klein sein, um die Schwingungsweite der Unruh konstant zu halten.

$$\text{Abfall des Drehmomentes in \%} \quad \frac{Mo - M\,24}{Mo} \quad 100$$

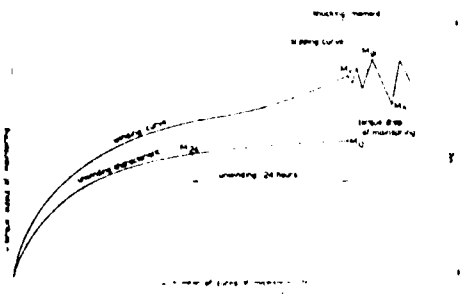


Abbildung 1: Drehmomentkurven einer Zugfeder mit Rutschkupplung

Günstige Verhältnisse bei *Zugfedern aus Speziallegierungen* ergeben für 24 Stunden Ablauf 8 bis 12% Abfall des Drehmomentes. Da der automatische Aufzug auch dann weiterarbeitet, wenn der Vollaufzug erreicht ist, muß zur *Verhinderung der Überspannung* die Rutschkupplung in Aktion treten. Wird das Gleitmoment Mgl überschritten, so gleitet die Zugfeder im Innern des Federhauses, bis das Haftmoment Mh erreicht wird. Dieses stellt dann wieder eine feste Verbindung zwischen der Zugfeder und dem Federhaus her, und zwar so lange, bis erneut das Gleitmoment Mgl auftritt. Dieses Gleiten und damit verbundene Entspannen der Zugfeder verhindert ein beliebiges Ansteigen des Drehmomentes. Wir haben nun noch das Drehmoment Mp als dasjenige Drehmoment zu definieren, welches die Unruh zum Prellen bringt und deshalb unter keinen Umständen auftreten darf.

Bedingungen, welche von der Zugfeder mit Rutschkupplung erfüllt werden müssen

Aus Bild 1 lassen sich folgende *Bedingungen für ein einwandfreies Funktionieren der Rutschkupplung* herauslesen:

a) Damit die Unruh nie zum Prellen kommt, muß das Gleitmoment Mgl kleiner sein als das Prellmoment Mp.

$$Mgl < Mp$$

b) Damit die Zugfeder auch wirklich bis zum Vollaufzug gespannt wird, muß das Gleitmoment Mgl größer sein als das Drehmoment bei Vollaufzug Mv.

$$Mgl \geq Mv$$

(Wäre Mgl kleiner als Mv, könnte die Zugfeder nicht voll gespannt werden, und die Laufzeit der Uhr würde kleiner als vorgesehen.)

c) Damit das wichtige Drehmoment Mo beim Beginn der Ablaufkurve auftreten kann, muß das Haftmoment Mh größer sein als Mo.

$$Mh > Mo$$

(Wäre Mh kleiner als Mo, so würde eine Entladung stattfinden; die Schleppfeder könnte in Richtung auf M 24 gleiten und die Gangreserve verkleinern.)

d) Damit die Bedingungen a) bis c) erfüllt werden können, muß

$$(Mv - Mo) \geq (Mgl - Mh)$$

sein, ansonst die Differenz (Mgl – Mv) zu groß gewählt werden muß, was wegen vorgeschriebenem Mp zu einem kleinen Mo führt.

e) Die Differenz (Mv – Mo) wird durch den Wirkungsgrad der Zugfeder bestimmt, und man hat wegen Bedingung d) ein Interesse, den Wirkungsgrad möglichst groß und damit die Differenz (Mv – Mo) möglichst klein zu wählen.

Die Lebensdauer der Rutschkupplung

Die soeben erwähnten fünf Bedingungen sollen im Betrieb über Jahre, wenn nicht Jahrzehnte erhalten bleiben, und zwar ohne Wartung. Daß dies selbst mit einem Federhaus aus Messing möglich ist, wird durch die im Gebrauch stehenden automatischen Uhren zur Genüge bewiesen; allerdings müssen die Zugfeder, die Schleppfeder und das Federhaus in bezug auf Material und Fertigung gewisse Voraussetzungen erfüllen, die dem Schrifttum entnommen werden können (3), (4), (5), (6).

Das Drehmoment wird in der kraftschlüssigen Rutschkupplug durch Reibflächen übertragen, und somit sind das Gleitmoment und das Haftmoment lediglich vom Betrag der Reibung zwischen der Schleppfeder und der Innenwand des Federhauses abhängig. Der Alterungsprozeß einer solchen Reibungskupplung verläuft um so langsamer, je seltener sie gebraucht wird, denn die Abnützung wird durch den Reibungsweg bestimmt.

Die Lebensdauer L der Rutschkupplung in Tagen ist abhängig von der Anzahl A der Abgleiter, die zulässig sind, bis die Rutschkupplung ihre Charakteristik verändert, geteilt durch die Anzahl der Abgleiter S der Schleppfeder pro Tag.

$$L = \frac{A}{S}$$

Wie Versuche gezeigt haben, kann eine langsame Umdrehung der Federwelle nach Erreichen des Vollaufzuges die Schleppfeder 20 bis 80 mal zum Abgleiten bringen. Nehmen wir als Mittelwert 50 Beanspruchungen der Schleppfeder für eine Umdrehung der Federwelle, so gilt für N Umdrehungen der Federwelle:

$$S = 50\,N$$

Die Umdrehungszahl des Federhauses berechnet sich aus

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2} = i$$

worin n_1 und n_2 die Umdrehungen pro Zeiteinheit und z_1 z_2 die Zähnezahl des Federhauses bzw. Minutentriebes darstellen.

Für eine Stunde wird n_2 1 und wir erhalten

$$n_1 \quad \frac{n_2}{i} \quad \frac{1}{i}$$

Somit ergibt eine Umdrehung der Federwelle eine Gangreserve von

$$\frac{1}{n_1} \quad i \text{ Stunden}$$

Die Anzahl Umdrehungen der Federwelle pro Tag N ist gegeben, wenn der tägliche Überschuß an Gangreserve geteilt wird durch die Gangresreve für eine Umdrehung der Federwelle.

$$N = \frac{\Delta T}{i}$$

und somit folgt für die Lebensdauer der Rutschkupplung

$$L = \frac{A\,i}{50\,\Delta T} \qquad (1)$$

Über die Größe von A gehen die Erfahrungswerte stark auseinander und, da sie häufig auf eine Art gewonnen werden, die mit dem praktischen Einsatz nichts zu tun hat, sind die angegebenen Werte meistens unbrauchbar. Auf Grund eigener Erfahrungen darf gesagt werden, daß eine Rutschkupplung, bestehend aus einer legierten Schleppfeder und einem Federhaus aus Messing, *im praktischen Einsatz* 3 000 000 mal abgleiten kann ohne ihre Charakteristik zu verändern. Bei sehr guter Fertigung kann die Schleppfeder 5 000 000 mal abgleiten, während eine schlechte Ausführung nur 1 000 000 zuläßt. Über Federhäuser aus Aluminium liegen noch nicht genügend praktische Erfahrungswerte vor.

Das Übersetzungsverhältnis i zwischen Federhaus und Minutentrieb liegt in der Regel zwischen 6,8 und 7,2, so daß wir in Gleichung (1) für i = 7 einsetzen können. In Abbildung 2 ist Gleichung (1) graphisch dargestellt. Auf der Abzisse finden wir die Lebensdauer der Rutschkupplung in Jahren bzw. Tagen, während auf der Ordinate der täglich über den Vollaufzug hinaus produzierte Überschuß an Gangreserve ΔT in Stunden aufgetragen ist.

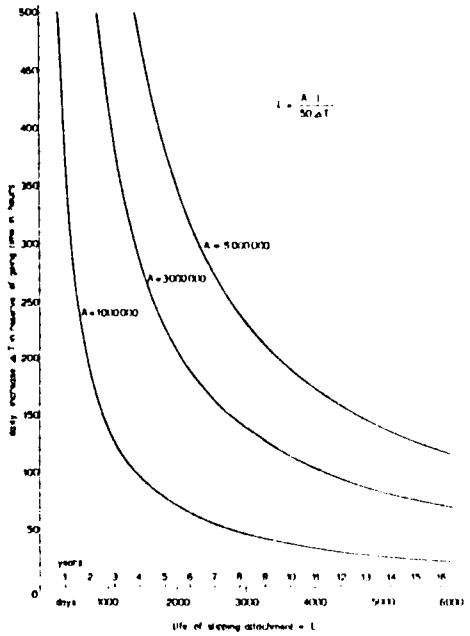


Abbildung 2: Einfluß der Wachstumsrate ΔT und der Abgleithäufigkeit A auf die Lebensdauer der Rutschkupplung

Die hyperbolisch verlaufenden Kurven zeigen, daß neben der Qualität der Rutschkupplung, die gekennzeichnet ist durch die Anzahl der zulässigen Abgleiter A, auch die *Häufigkeit ihres Einsatzes* die Lebensdauer bestimmt. Nehmen wir beispielsweise an, unser Federhaus vertrage A = 3 000 000 Einsätze der Rutschkupplung, bevor sie ihre Charakteristik ändert, so kann eine Person, die täglich ΔT = 100 Stunden zuviel Gangreserve schafft, mit einer Lebensdauer von 11½ Jahren rechnen, während sich der sehr lebhafte Besitzer, der mit der gleichen Uhr täglich ΔT = 300 Stunden Überschuß schafft, mit 3¾ Jahren begnügen muß. Würde die gleiche Uhr von einer sehr ruhigen Person getragen, die pro Tag nur 1 Stunde Überschuß produziert, so könnte die Rutschkupplung ihren Dienst theoretisch, d. h. wenn nicht andere Faktoren sich verändern, über 100 Jahre erfüllen. Tatsächlich sind heute Fälle bekannt, bei denen eine einfache Stahlfeder mit Schleppfeder während 20 Jahren ihren Dienst versah.

Werden Rutschkupplungen mit A = 5 000 000 eingesetzt und wird erwartet, daß ein lebhafter Träger mit einer Lebensdauer von 10 Jahren rechnen darf, so entnehmen wir der Abbildung 2 eine tägliche Wachstumsrate ΔT = 190 Stunden. Der Aufzug ist also so zu bemessen, daß möglichst wenig Träger als ΔT = 190 Stunden produzieren. Alle Personen, die weniger rasch aufziehen, können *mit einer längeren Lebensdauer* rechnen, die für ΔT = 50 schon mehr als 38 Jahre ausmacht.

Damit ist gezeigt, daß die Rutschkupplung *nicht das kritische Bauelement* der automatischen Uhr darstellt, als das sie in Verkennung der tatsächlichen Problemstellung immer wieder bezeichnet wird. Im Gegenteil kann bei richtiger Abstimmung der Aufzugsgeschwindigkeit die Rutschkupplung ihren Dienst über Jahrzehnte erfüllen und stellt somit eines der bestbewährten Bauelemente der Uhr dar.

DIE GANGRESERVE

Die automatische Uhr ist mit einem Brunnen vergleichbar, aus dem zwar Tag und Nacht eine konstante Menge Wasser herausfließt, der aber nur während des Tages und dann sehr unregelmäßig nachgefüllt wird. Während die eine Person nicht jeden Tag genügend nachfüllt, läßt die andere den Brunnentrog fast den ganzen Tag überlaufen.

Damit wir das Verhalten automatischer Uhren klar erkennen können, müssen wir vorerst einige Ausdrücke definieren:

Die Laufzeit bezeichnet die Zeit, welche zwischen einem Vollaufzug und dem Anhalten der Unruh verstreicht. In obigem Beispiel bezeichnet die Laufzeit somit die Größe des Brunnentroges, d. h. die totale Speichermöglichkeit. (In der Literatur findet man für Laufzeit auch „Gangdauer" oder „Gangzeit".)

Der Ablauf bezeichnet die Zeit, die seit dem letzten Vollaufzug verflossen ist.

Die Gangreserve bezeichnet die Zeit, während welcher die Unruh ohne neues Spannen der Zugfeder noch in Betrieb bleibt, demnach also die in jedem Moment in der Zugfeder gespeicherte potentielle Energie.

Somit gilt: Laufzeit − Ablauf = Gangreserve.

Bei Vollaufzug ist der Ablauf gleich null und somit die Gangreserve Tv gleich der Laufzeit. Mit Tm bezeichnen wir die minimal zulässige Gangreserve, also einen Spannungszustand der Zugfeder, der *noch* einen genauen Gang der Uhr aufrechterhalten kann.

Die Gangreserve kann auf zwei Arten ermittelt werden. Entweder, indem man die Windungen der Federwelle mißt, was aber häufig eine teilweise Demontage des Uhrwerkes voraussetzt, oder indem man die Uhr in ruhiger, horizontaler Lage bis zum Stillstand ablaufen läßt und durch Beobachten der Zeiger die verflossene Zeit feststellt. *Die zweite Methode ist zweckmäßiger,* da auch das Übersetzungsverhältnis zwischen Federhaus und Ankerrad, sowie die Schwingungzahl der Unruh mit in die Beobachtung eingehen.

Der Verlauf der Gangreserve beim Handaufzug

Der Verlauf der Gangreserve einer Uhr mit Handaufzug, die in genauen Abständen von 24 Stunden aufgezogen wird, ist in Abbildung 3 festgehalten. Nach vollständiger Spannung der Zugfeder betrage die Laufzeit 40 Stunden, während dem Gebrauch erfolgt ein Ablauf von A nach B, und nach 24 Stunden beträgt die Gang-

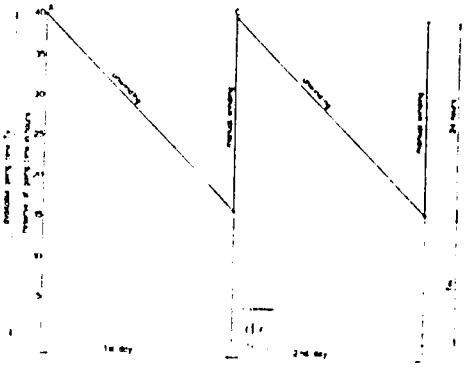


Abbildung 3: Verlauf der Gangreserve einer Uhr mit Handaufzug

reserve noch 16 Stunden. Nun wird die Zugfeder durch Betätigung des Handaufzuges erneut vollständig gespannt, und die Gangreserve erreicht bei C wiederum 40 Stunden. Dieses Auf und Ab an Gangreserve *wiederholt sich alle Tage* und, solange der Handaufzug in regelmäßigen Abständen erfolgt, wird als Minimum bei B eine Gangreserve Tm von 16 Stunden nicht unterschritten. Nach dem Diagramm der Abbildung 3 verläuft nicht nur die Gangreserve, und damit der Spannungszustand der Zugfeder, sondern auch die Schwingungsweite der Unruh. Bei günstigen Verhältnissen wird die Amplitude der Unruh bei B um ca. 8 bis 12% kleiner als bei A bzw. C. Bei ungünstigen Verhältnissen kann die Amplituden-Abnahme 15 bis 30% betragen.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, weshalb die Zugfeder vorzugsweise am Morgen zu spannen ist; dann hat die Unruh durch den Tag, wenn die Uhr bewegt wird, die große Schwingungsweite und die kleine in der Nacht, wenn die Uhr aller Voraussicht nach flach auf dem Nachttisch liegt.

Der Verlauf der Gangreserve beim automatischen Aufzug

Der Verlauf der Gangreserve einer automatischen Uhr, die durch Handaufzug eine Reserve von 10 Stunden erhalten hat, ist in Abbildung 4 über 26 Tage aufgetragen. Die Uhr wurde durch eine ruhige Person getragen und die Gangreserve jeden Morgen zwischen 7 und 8 Uhr notiert. Nach vier Tagen wurde der Vollaufzug erreicht, denn am fünften Tag am Morgen stellten wir Vollaufzug fest. Wie

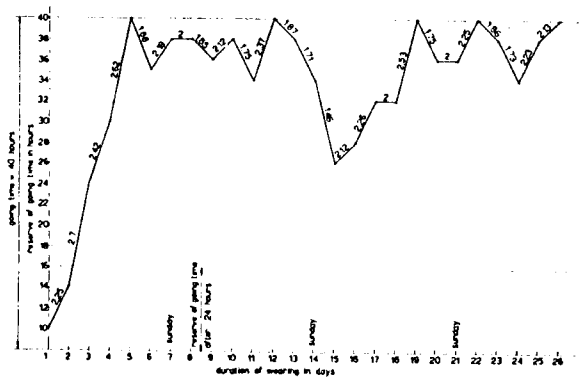


Abbildung 4: Verlauf der Gangreserve einer Uhr mit automatischem Aufzug (Stand zwischen 7 und 8 Uhr morgens)

sich auch an andern Tagen gezeigt hat, genügt die Morgentoilette und die Fahrt ins Büro, um den während der Nacht eingetretenen Ablauf ganz oder teilweise zu ersetzen. Das Wochenende vom 13. auf den 15. Tag verlief besonders ruhig. Alle Donnerstagabende fand ein Kegelabend statt, und am Freitag wurde jeweils Vollaufzug festgestellt. Ein Vergleich mit Abbildung 3 zeigt, daß beim automatischen Aufzug die Gangreserve *nie so tief* absinkt wie beim Handaufzug. Damit sind die besseren Gangleistungen der automatischen Uhr erklärt, denn die größere Spannung der Zugfeder unterhält größere Schwingungen der Unruh.

Die Aufzugsgleichungen: Der Aufzug automatischer Uhren erfolgt durch die Bewegungen des Trägers der Uhr. Betrachtungen über den Verlauf der Gangreserve müssen bei dieser Aufzugsart die *Gewohnheiten des Trägers* mitberücksichtigen.

Als erste Gewohnheit ist die *Dauer der Nachtruhe* t_1 zu erwähnen, wobei wir annehmen, die Uhr werde für die Nacht vom Handgelenk entfernt und bleibe auf dem Nachttisch liegen. Am Morgen werde die Uhr am Handgelenk befestigt, und die Zeit, welche verstreicht, bis sie wieder auf den Nachttisch gelegt wird, bezeichnen wir als Tragzeit t_2. Selbstverständlich müssen Nachtruhe und Tragzeit 24 Stunden ergeben.

$$t_1 + t_2 = 24 \text{ Stunden} \qquad (2)$$

Wir betrachten in Abbildung 5 den Verlauf der Gangreserve einer automatischen Uhr, die bei A die Gangreserve T_1 erreicht hat. Wäh-

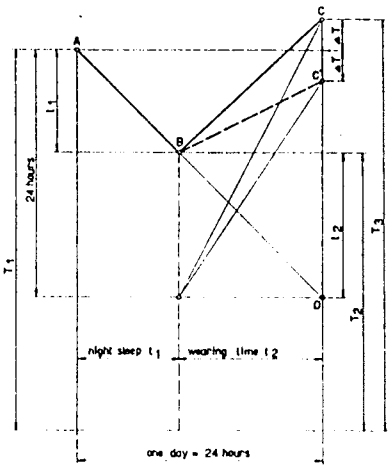


Abbildung 5: Verlauf der Gangreserve beim automatischen Aufzug

rend der Nachtruhe t_1 erfolgt ein Ablauf von A nach B, welcher die gleiche Dauer hat wie die Nachtruhe. Die Gangreserve bei B sei T_2. Dann gilt

$$T_2 = T_1 - t_1 \qquad (3)$$

Würde nun kein Aufzug einsetzen, so würde der Ablauf bis D fortgesetzt, d. h. nach 24 Stunden wäre die Gangreserve $T_1 - 24$ Stunden.

Bei B werde die Uhr am Handgelenk befestigt und während der Tragzeit t_2 aufgezogen, und zwar von B nach C, bzw. nach C'. Wir nehmen dabei vereinfachend an, dieser Aufzug erfolge gleichförmig. In Wirklichkeit geschieht er unregelmäßig und müßte durch eine Kurve dargestellt werden, die allerdings auch bei C bzw. C' enden würde. Die Gangreserve T_3 sei bei C erreicht und habe gegenüber B um den Betrag $t_1 \pm \Delta T$ zu- bzw. abgenommen. Dabei kennzeichnet ΔT die tägliche Wachstums- bzw. Verlustrate der Gangreserve. Somit ist

$$T_3 = T_2 + t_1 \pm \Delta T$$

und wegen (3): $T_3 = T_1 \pm \Delta T \qquad (4)$

Als mittlere Aufzugsgeschwindigkeit V können wir aus Abbildung 5 ablesen:

$$V = \frac{t_1 + t_2 \pm \Delta T}{t_2} \qquad (5)$$

und wenn t_1 und t_2 in Stunden eingesetzt werden,

$$V = \frac{24 \pm \Delta T}{t_2} \qquad (5a)$$

Die mittlere Aufzugsgeschwindigkeit bezogen auf einen Tag setzt sich demnach wie folgt zusammen:

a) ein erster Quotient $\frac{24}{t_2}$, welcher den *Anteil der Tragzeit pro* Tag festhält. Wird die Uhr lange getragen, so genügt ein kleineres V, um die ursprüngliche Gangreserve wieder zu erreichen, als wenn die Tragzeit klein ist.

b) ein zweiter Quotient $\frac{\Delta T}{t_2}$, welcher die *Zu- bzw. Abnahme der Gangreserve pro Stunde* Tragzeit angibt. Wird während der Tragzeit t_2 ein großer Überschuß ΔT geschaffen, dann war V groß.

Die Gleichung (5) nach ΔT aufgelöst ergibt:

$$\pm \Delta T = t_2 (V - 1) - t_1 \qquad (6)$$

(Fortsetzung folgt)

Untersuchungen über das Verhalten automatischer Uhren beim Tragen

(1. Fortsetzung)

Beziehung zwischen Wachstumsrate ΔT und Aufzugsgeschwindigkeit V: Für die Untersuchung dieser Beziehung ist Gleichung (6) zuständig. Wir haben in Abbildung 6 diese Gleichung graphisch dargestellt. Auf der Abzisse sind die Tragzeit t_2 und die dazugehörende Nachtruhe t_1 aufgetragen. Auf der Ordinate finden wir die *Wachstums- bzw. Verlustrate* ΔT der Gangreserve. Ausgehend von der Überlegung, daß die Nachtruhe höchstens 12 Stunden, und mindestens 6 Stunden dauert, haben wir einen Bereich besonders hervorgehoben, welcher im täglichen Gebrauch üblicherweise auftreten dürfte.

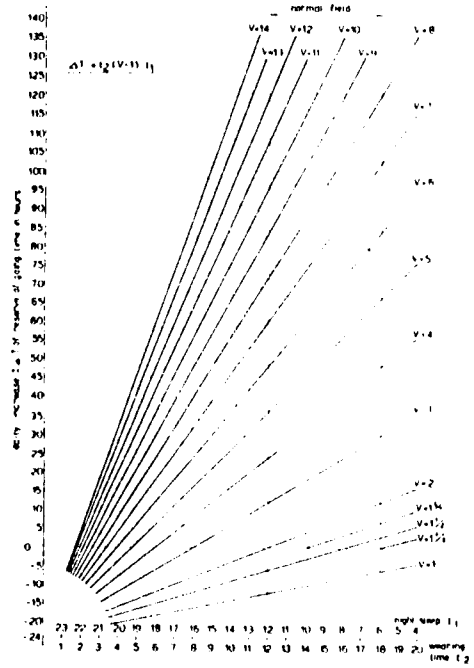


Abbildung 6

Wie Bild 6 zeigt, geht bei einer Aufzugsgeschwindigkeit V 1 täglich Gangreserve verloren, und die Uhr wird nach einigen Tagen mit völlig entspannter Zugfeder stehenbleiben. Wird die Uhr beispielsweise täglich während 16 Stunden getragen und während 8 Stunden abgelegt, so verliert sie bei V 1 pro Tag 8 Stunden. Beträgt die Aufzugsgeschwindigkeit V 2, so wird in dem uns interessierenden Bereich täglich ein Überschuß an Gangreserve geschaffen, und zwar je nach Betriebsbedingungen mehr oder weniger. Für t_1 12 und t_2 12 ist ΔT 0. Für t_1 6 und t_2 18 beträgt ΔT 12 Stunden.

Für ΔT 0 geht Gleichung (5) über in

$$V = \frac{24}{t_2} \qquad (t \text{ in Stunden})$$

und wir finden für die verschiedenen Betriebsbedingungen *diejenige Aufzugsgeschwindigkeit*, die eben genügt, um täglich den Ablauf durch neugeschaffene Gangreserve zu ersetzen, d. h. in Abbildung 5 wird in diesem Falle $T_1 = T_1$. Die Aufzugsgeschwindigkeiten, welche diese Bedingung erfüllen, liegen für den üblichen Bereich je nach Tragzeit zwischen V 1⅓ bis V 2. Unter speziellen Bedingungen, wenn die Uhr täglich beispielsweise nur während 8 Stunden getragen wird und 16 Stunden ruht, ist sogar V 3 notwendig, um den Ablauf zu ersetzen. Mit wachsender Aufzugsgeschwindigkeit V nimmt die Wachstumsrate ΔT zu und erreicht praktisch Beträge von 300 bis 400 Stunden.

Optimale Speichermöglichkeit der Zugfeder mit Rutschkupplung: Ist Tm die minimale Gangreserve, die beim Tragen auftreten darf, und Tv die Gangreserve bei Vollaufzug, so können wir mit Spanne S bezeichnen:

$$S = Tv - Tm \quad 24 \text{ Stunden}$$

Um von Tm nach Tv zu gelangen, braucht es einen täglichen Überschuß ΔT, somit

$$Tm + n\,\Delta T = Tv$$

Um von Tv nach Tm zu gelangen, ist während n Tagen ein täglicher Verlust minus ΔT zulässig, somit

$$Tv - n\,\Delta T = Tm$$

daraus folgt $Tv - Tm = S = n\,\Delta T$

und schlußendlich

$$n = \frac{S}{\Delta T} \qquad (7)$$

Für einen gegebenen täglichen Verlust ΔT wird es also um so länger dauern, bis Tm erreicht ist, je größer S ist. In Anbetracht der Schwankungen, denen ΔT unterworfen ist, wird man somit S und damit Tv möglichst groß wählen.

Beispiel: Eine Uhr weist folgende Daten auf:

Tv 48 Stunden
Tm 20 Stunden

Der Träger verursacht pro Tag ΔT 4 Stunden Verlust an Gangreserve, somit

$$S = Tv - Tm = 48 - 20 = 28 \text{ Stunden}$$

$$n = \frac{28}{4} = 7$$

Hat dieser Träger jede Woche einmal eine besondere Beschäftigung (Gartenarbeit, Sport usw.), so kann die Uhr gleichwohl befriedigen, trotzdem an sechs Tagen ein Verlust an Gangreserve eintritt.

Tragzeit in Tagen, um von einer abgelaufenen Zugfeder zu einer Gangreserve Tx zu gelangen: Hier handelt es sich um die Beantwortung einer Frage, die lange Zeit als Leistungsmesser für automatische Aufzüge galt. Irrtümlicherweise wurde nämlich gewünscht, daß eine vollständig abgelaufene Uhr nach einer möglichst kurzen Tragzeit t_2 den Vollaufzug erreichen sollte. Für das Wachstum der Gangreserve am ersten Tag ist Gleichung (12) zuständig, und wir haben

$$\Delta T\ 1 = t'_2\,(V - 1)$$

Für das Wachstum aller weiteren Tage ist Gleichung (6) zuständig, und wir haben

für den 2. Tag: $\Delta T\ 2 = t''_2\,(V - 1) - t''_1$
für den 3. Tag: $\Delta T\ 3 = t'''_2\,(V - 1) - t'''_1$

Die Summe aller ΔT soll zuletzt die Gangreserve Tx ergeben. Nehmen wir vereinfachend an, die Nachtruhe t_1 und die Tragzeit t_2 seien jeden Tag gleich lang, so gilt

$$Tx = n t_2\,(V - 1) - (n - 1)\,t_1 \qquad (8)$$

und daraus folgt die Anzahl Tage, während die Uhr getragen werden muß, um vom abgelaufenen Zustand eine Gangreserve Tx zu erreichen.

$$n = \frac{Tx - t_1}{t_2\,(V - 1) - t_1} \qquad (9)$$

Diese Gleichung wird in Abbildung 7 graphisch dargestellt, wobei wir für die Gangreserve bei Vollaufzug Tx 44 Stunden anneh-

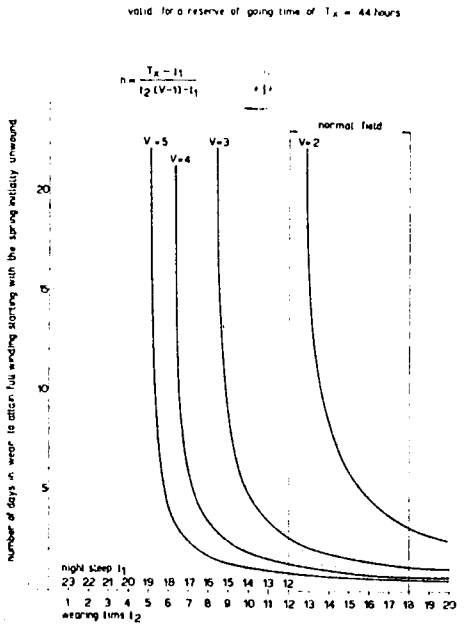


Abbildung 7

men und feststellen, daß bei ungünstiger Tragart (Nachtruhe 12 Stunden) und bei V = 3 bereits in 2,66 Tagen 44 Stunden Gangreserve erreicht werden. Beträgt V = 5, so wird in weniger als einem Tag (0,575 bis 0,89 Tage) im üblichen Bereich eine Gangreserve von 44 Stunden geschaffen, was in Anbetracht der daraus resultierenden Überbelastung der Rutschkupplung als zu schneller Aufzug erscheinen muß. Die Geschwindigkeit V = 2 liegt an der Grenze des Zulässigen. Bei einer täglichen Nachtruhe von 10 Stunden dauert es bei dieser Geschwindigkeit 8,5 Tage, um den Vollaufzug zu erreichen, während für 11 Stunden Nachtruhe bereits 16,5 Tage nötig sind und bei einer Nachtruhe von 12 Stunden der Vollaufzug gar nie erreicht wird. Die Aufzugsgeschwindigkeit V = 2 muß in diesem Diagramm als unterste zulässige Grenze bezeichnet werden, während es nicht nötig ist, V = 4 zu überschreiten.

Wird eine Uhr einige Tage getragen, so läßt sich eine *mittlere Aufzugsgeschwindigkeit* berechnen, indem Gleichung (9) nach V aufgelöst wird.

$$V = \frac{Tx - t_1 + 24\ n}{n t_2} \qquad (10)$$

Beispiel: Eine Uhr werde ohne Gangreserve am Arm befestigt und fünf Tage getragen. Hierauf wird eine Gangreserve Tx = 14½ Stunden gefunden. Unter der Annahme, die Uhr werde täglich 21 Stunden getragen, können wir setzen

$$t_1 = 12 \text{ und } t_2 = 12$$

Diese Werte in Gleichung (10) eingesetzt, ergeben V = 2,04.

Nach Abbildung 6 kann bei dieser Aufzugsgeschwindigkeit gerade die vorhandene Gangreserve erhalten bleiben. Erhält die betrachtete Uhr am Beginn des Versuches durch Handaufzug eine Reserve von beispielsweise 40 Stunden, so wird diese Reserve so lange, als V = 2 wirkt, aufrecht erhalten, und zwar wenn nötig über Jahre. Soll täglich ein Überschuß an Gangreserve produziert werden, ohne daß die Aufzugsgeschwindigkeit V = 2,04 verändert wird, so muß die Uhr mehr als 12 Stunden im Tag getragen werden. Bei einer Tragzeit von 16 Stunden wird nach Gleichung (6) der tägliche Überschuß 8 Stunden 38 Minuten betragen. Man sieht aus diesem Beispiel, wie der Träger nur *durch eine kleine Ausdehnung* der Tragzeit aus einer schlechten Uhr eine sehr gute Uhr machen kann.

Ermittlung der Aufzugsgeschwindigkeit beim Tragen der Uhr

Um die Aufzugsgeschwindigkeit zu ermitteln, müssen die Wachstumsrate, die Tragzeit, die Nachtruhe bekannt sein. Die Wachstumsrate ΔT läßt sich bestimmen, wenn T_2 und T_3 bekannt sind (Abbildung 5). Man wird T_2 möglichst klein wählen und dafür sorgen, daß T_3 den Vollaufzug nicht überschreitet, da sonst wegen der Rutschkupplung ein falsches T_3 gemessen wird. Man könnte an sich auch eine Uhr mit abgelaufener Zugfeder $T_2 = 0$ am Arm befestigen, läuft dann aber die Gefahr, daß die Uhr längere Zeit getragen wird, bevor die Unruh zu schwingen beginnt, was das Resultat wiederum fälschen würde.

Praktisch hat sich folgende Methode bewährt: Die abgelaufene Uhr wird in vertikaler Lage 10 mal um ihre eigene Achse gedreht, so daß der Rotor 10 Umdrehungen macht und eine kleine Gangreserve T_2 schafft. Durch mehrmaliges Wiederholen wird diese Gangreserve T_2 bestimmt; sie liegt in der Regel zwischen 20 und 40 Minuten. Diese Gangreserve T_2 wird nun in die Uhr gegeben und anschließend wird die Uhr während einer Zeit t_2 getragen. Nach Ablauf der Tragzeit wird die Gangreserve T_3 bestimmt, indem die Zeit, welche bis zum Stillstand der Unruh verstreicht, gemessen wird. Unter der Voraussetzung, daß während der Tragzeit t_2 der Vollaufzug nicht erreicht wurde, gelten folgende Überlegungen:

$$\Delta T = T_3 - T_2$$

Da keine Nachtruhe zu berücksichtigen ist, wird in den Gleichungen (3), (5), (6) $t_1 = 0$, und wir haben

$$T_1 = T_2$$

$$V = 1 + \frac{\Delta T}{t_2} \qquad (11)$$

$$\pm \Delta T = t_2 (V - 1) \qquad (12)$$

Aufzugsgeschwindigkeit beim Tragen

Wir wissen bereits, daß die Aufzugsgeschwindigkeit nicht nur von der Konstruktion des Uhrwerkes, sondern weit mehr *von der Bewegungsintensität* des Trägers abhängt. Für die Durchführung der Versuche standen uns vier Personen, alles Männer, zur Verfügung. Von den zwei lebhaften Personen war eine gesund (Bezeichnung C) und eine hatte vor zwei Jahren einen Herzinfarkt (Bezeichnung B). Von den zwei lebhafen Personen war eine gesund (Bejeichnung C) und eine infolge Unfalles mit dauerndem Schaden gezwungen, die Uhr am Handgelenk des rechten Armes zu tragen (Bezeichnung D).

Jeweils an einem Tag erhielt eine der genannten Personen 9 Uhren zum Tragen. Die erste Uhr wurde sofort nach dem Verlassen des Bettes angeschnallt und bis zum Arbeitsbeginn um 7 Uhr getragen. Hierauf wurde die zweite Uhr von 7 bis 9 Uhr und die dritte von 9 bis 11.50 Uhr, d. h. während der Arbeitszeit getragen. Die vierte Uhr wurde während der Mittagspause von 12 bis 13.30 Uhr getragen. Während der Arbeit am Nachmittag wurden die Uhr Nr. 5 von 13.30 bis 15.30 und die Uhr Nr. 6 von 15.30 bis 17.30 getragen. Nach Verlassen der Arbeit wurde die Uhr Nr. 7 von 17.30 bis 18.30 und die Uhr Nr. 8 von 18.30 bis 20 Uhr getragen. Die letzte Uhr Nr. 9 wurde von 20 Uhr bis zum Antritt der Nachtruhe getragen. Dieser Zeitplan gestattet es, Freizeit und Arbeit sauber zu trennen und innerhalb dieser Aufteilung durch eine weitere Unterteilung herauszufinden, zu welcher Tageszeit *am meisten Gangreserve* geschaffen wird.

Jede Uhr wurde vor Aufnahme des Versuches auf die oben beschriebene Art bereitgestellt und, nachdem die geschaffene Gangreserve ΔT bestimmt war, wurde die mittlere Aufzugsgeschwindigkeit V nach Gleichung (11) berechnet. In Tabelle 1 sind die gefundenen Resultate zusammengestellt. Bei der Interpretation dieser Resultate ist zu berücksichtigen, daß ΔT im unteren Teil der Aufzugskurve gewonnen wurde, d. h. in einem Bereich, in dem die Zugfeder dem Rotor ein kleineres Drehmoment entgegenstellt als nach Erreichen des Vollaufzuges.

Für den raschesten Aufzug finden wir in Tabelle 1 für die Person D einen Wert V = 25,77, der während einer Tragzeit $t_2 = 1$ Stunde aufttritt. Dieser Wert in Gleichung (12) eingesetzt ergibt einen

Überschuß an Gangreserve von 24 Stunden 44 Minuten. Die lebhafte Person D schafft also vor Arbeitsbeginn zwischen 6 und 7 Uhr morgens bereits genügend Reserve, um den pro Tag auftretenden Ablauf von 24 Stunden zu ersetzen. Alle weitere Gangreserve, die zwischen 7 Uhr und dem Antritt der Nachtruhe geschaffen wird, ist als Überschuß zu bezeichnen und betätigt lediglich die Rutschkupplung. Der Träger D könnte beispielsweise bei schmutziger Arbeit die Uhr bei Arbeitsbeginn ablegen und erst am Abend beim Verlassen der Arbeit wieder tragen und würde trotzdem mehr als genügend Gangreserve schaffen.

Den größten Verlust an Gangreserve verursacht die Person B, und zwar zwischn 20 und 22 Uhr. Für eine Tragzeit von zwei Stunden tritt nach Gleichung (12) ein Verlust von einer Stunde auf. Würde die Person B nicht zu anderen Tageszeiten Reserve schaffen, so müßte die Uhr in kürzester Zeit stehenbleiben.

Eine nähere Betrachtung der Tabelle 1 zeigt, daß die von uns untersuchten Personen in der Freizeit mehr Gangreserve schaffen als während der Arbeitszeit. Dieses Verhalten ist *durch die Art der Beschäftigung gegeben* und kann je nach dem Beruf des Trägers sehr stark variieren. Eine ruhige Person kann durch die Arbeit, die sie ausführt, oder den Sport, den sie betreibt, eine sehr große Aufzugsgeschwindigkeit erreichen. So konnten wir bei-

Tabelle 1

Während eines Tages auftretende Aufzugsgeschwindigkeiten

Versuchsdauer Beginn	Versuchsdauer Ende	Tragzeit t_2 in Std. u. Min	Mittlere Aufzugsgeschwindigkeit V ruhige Personen A	ruhige Personen B	lebhafte Personen C	lebhafte Personen D
600	700	1 h	9,8	7,56	15,3	25,77
700	900	2 h	2,92	0,73	2,77	7,07
900	1150	2 h 50'	2,81	4,94	2,0	4,12
1150	1330	1 h 40'	3,01	2,32	6,86	16,68
1330	1530	2 h	2,4	1,54	1,71	5,75
1530	1730	2 h	2,25	1,06	2,9	4,52
1730	1830	1 h	4,09	9,73	12,05	20,03
1830	2000	1 h 30'	1,12	3,31	6,85	15,10
2000	2200	2 h	2,01	0,51	7,0	6,73
Summe aller V			30,41	31,70	57,44	105,77
V im Mittel pro Tag			3,37	3,52	6,38	11,75
Überschuß ΔT pro Tag			38 h	40 h	86 h	172 h

spielsweise bei einer ruhigen Person, die wöchentlich an einem Kegelabend teilnahm, für jenen Abend eine große Aufzugsgeschwindigkeit feststellen. Eine andere Person wies bei der Arbeit kleine Aufzugsgeschwindigkeiten auf, da sie aber täglich viermal mit dem Fahrrad eine Strecke von 2 km auf einer alten gepflasterten Straße zurücklegte, verursachte sie durch zu schnellen Aufzug vorzeitigen Verschleiß.

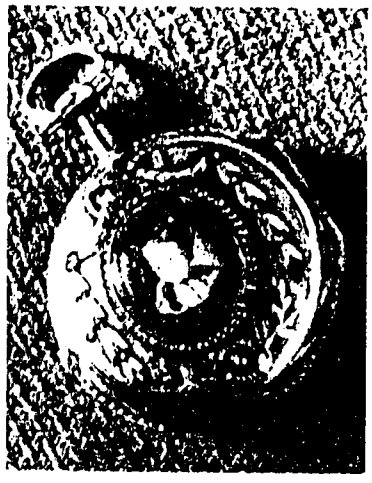
Die vier in Tabelle 1 aufgeführten Versuchspersonen schaffen täglich einen Überschuß an Gangreserve, der für die ruhigste Person 38 Stunden und für die lebhafteste Person 172 Stunden beträgt. Alle vier Personen halten somit die *Belastung der Rutschkupplung* in erträglichem Rahmen und riskieren kein Stehenbleiben der Uhr mangels Gangreserve.

Tabelle 2

Die Aufzugsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Tätigkeiten

Tätigkeiten	Aufzugsgeschwindigkeiten V
Schlafen	1,2
Ankleiden	63
Morgentoilette machen	19
Frühstück einnehmen	13
Gehen	6
Händewaschen	41
Autofahren am Steuer	3,4
Mantel an- und ausziehen	92

(Fortsetzung folgt)



Rätsel der Mozartuhr

Die internationale Stiftung Mozarteum, Salzburg, verkündete, daß die seit 1945 verschwundene Mozart-Uhr wieder auf ihrem Platz in das Geburtshaus des Komponisten in der Salzburger Getreidegasse zurückgekehrt ist. Wolfgang Amadeus Mozart hatte sie von der österreichischen Kaiserin Maria Theresia zum Geschenk erhalten. Mit den näheren Umständen dieser Rückkehr hat sich nun die Salzburger Kriminalpolizei befaßt.

Die Uhr verschwand zusammen mit anderen Wertgegenständen 1945 aus einer der vielen Kisten des Mozartmuseums, die während des Krieges in der Saline Hallein aufbewahrt wurden. Über den Verbleib der gestohlenen Schätze war bis vor Jahresfrist nichts bekannt. Dann meldete sich ein mysteriöser Mann, der behauptete, die Uhr zu besitzen. Er bot der Stiftung Mozarteum das Kleinod zum Preis von 1500 Mark an, ein Preis, der weit unter dem wahren Wert liegt. Er stellte aber die Bedingung, daß seine Personalien geheim gehalten bleiben müßten.

Nach längerer Beratung unter der Leitung des Präsidenten der Stiftung, Dr. Gehmacher, wurde dieses Anerbieten akzeptiert. Auf eine in diesem Sinne lautende Zeitungsmeldung hin aber schaltete sich die Salzburger Kriminalpolizei ein und ging dem mysteriösen Verkauf nach. Jedoch bis heute gelang es nicht, den Verkäufer namhaft zu machen. Es liegt zwar ein bestimmter Verdacht vor, doch die Anzeige bei der Staatsanwaltschaft beschränkt sich auf „unbekannte Täter". (M. K.)

VOLL PERLEN GMBH · WIESBADEN
Import · ZUCHTPERLEN · Export
Schnüre · Einzelperlen Collierschlösser · Schmuck-Fabrikation
Preisvergleichen heißt Geldverdienen
Bitte fordern Sie Auswahlsendungen
WIESBADEN
Sonnenberger Str. 60
Tel. (06121) 26167

Untersuchungen über das Verhalten automatischer Uhren beim Tragen

(Schluß)

Aufzugsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Tätigkeiten

Nachdem durch die erste Versuchsreihe klar geworden war, welchen Einfluß die jeweilige Tätigkeit auf die Aufzugsgeschwindigkeit hat, wurde *für einige typische Tätigkeiten* die Aufzugsgeschwindigkeit bestimmt und in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Versuche wurden von einer einzigen Person durchgeführt.

Eine große Zahl von Menschen behält die Uhr auch während der Nachtruhe am Handgelenk, und häufig wird vermutet, diese Tragart schaffe besonders viel Gangreserve. Wie Tabelle 2 zeigt, tritt *im Bett ein Verlust an Gangreserve* auf, der etwa gleich groß ist, wie wenn die Uhr auf dem Nachttisch liegen würde. Dagegen ist beim Ankleiden eine große Aufzugsgeschwindigkeit (V 63) festzustellen, die auch bei der Morgentoilette (V = 19) und beim Händewaschen (V = 41) anhält. Behält eine Person die Uhr im Bett am Handgelenk, so wird sie diese auch während des Ankleidens und Waschens tragen und deshalb viel Gangreserve schaffen. Wird die Uhr auf den Nachttisch gelegt, so besteht die Möglichkeit, daß sie erst nach dem Frühstück am Handgelenk befestigt wird und so einer wesentlichen Aufzugsarbeit verlustig geht. In der Tat konnten wir einen ruhigen, unzufriedenen Träger dazu veranlassen, die Uhr beim Ankleiden zu tragen, und erreichten damit einen guten Gang der Uhr.

Herbst und Winter beeinflussen wegen der zusätzlichen Beschäftigung mit dem Mantel die Gangreservebildung günstig, während *sich die Frühjahrsmüdigkeit in einem Mangel an Gangreserve* bemerkbar macht. Autofahren als häufig vorkommende Beschäftigung des modernen Menschen führt am Steuer zu einer Aufzugsgeschwindigkeit V = 3,4, die einen Überschuß an Gangreserve schafft.

Neben die Aufzugsgeschwindigkeiten der Tabelle 2 treten je nach Beruf des Trägers noch andere mehr oder weniger rasche Aufzüge. Das Verhalten der Uhr beim Tragen wird durch die Summe all dieser elementaren Aufzugsleistungen bestimmt. Somit sind große Schwankungen zu erwarten, und zwar sowohl von Tag zu Tag als auch von Individuum zu Individuum.

DER VERLAUF DER GANGRESERVE EINER GROSSEN ZAHL VON UHREN

Die automatische Uhr ist ein Serienprodukt, das am Arm möglichst aller in Frage kommenden Kunden befriedigend aufziehen soll, und deshalb ist es nötig, durch *Häufigkeitsanalysen* einen Überblick über die beim Tragen tatsächlich auftretenden Gangreserven zu gewinnen. Dabei sollen die Betriebsbedingungen untersucht werden, und nicht die idealisierten Zustände, wie sie etwa durch ein Testgerät gegeben sind.

Uhrwerke mit üblichem Gangreserveanzeiger sind für diese Versuche nicht geeignet, weil sie nichts über einen eventuellen Überschuß an Gangreserve aussagen. Alle für unsere Versuche verwendeten Uhrwerke wurden mit einem Zählwerk versehen, welches die Anzahl Umdrehungen der Federwelle zählt. Zu diesem Zweck wurde auf der Federwelle ein Finger befestigt, der pro Umdrehung der Federwelle die Datumscheibe einer Kalenderuhr um eine Zahl weiterschaltet. Es genügt nun, jeden Tag um die gleiche Zeit die im Fenster des Zifferblattes sichtbare Zahl aufzuschreiben, und man weiß, wie viele Umdrehungen die Federwelle gemacht hat. Aus dieser Zahl läßt sich dann die geschaffene Gangreserve berechnen, und dieser Betrag, um die 24 Stunden Ablauf pro Tag vermindert, ergibt den täglichen Überschuß bzw. Verlust an Gangreserve ΔT.

Die Versuche waren sehr umfangreich und erforderten viel Sorgfalt. Die mathematisch statistische Auswertung der Versuchsergebnisse gestattet *eine klare Übersicht* über das Verhalten automatischer Uhren beim Tragen.

Das ideale Verhalten automatischer Uhren

Wir wünschen einen automatischen Aufzug, der selbst bei ruhiger Tragart soviel Gangreserve schafft, daß er den täglichen Ablauf zu ersetzen vermag. Die Wachstumsrate ΔT sollte also nie unter Null absinken. Im Abschnitt „Lebensdauer der Rutschkupplung" haben wir für eine günstige Lebensdauer der Rutschkupplung eine höchstzulässige Überproduktion an täglich geschaffener Gangreserve von $\Delta T = 190$ Std. festgelegt. In Abbildung 8 ist zwischen diese beiden Grenzen die ideale Verteilung so eingezeichnet, daß Fälle von ungenügendem Aufzug oder frühzeitigem Verschleiß praktisch nie vorkommen.

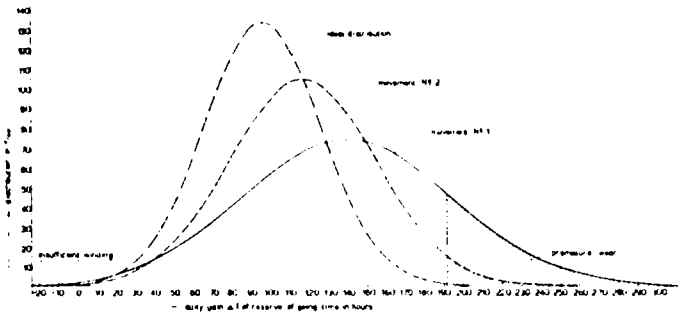


Abbildung 8

Das Verhalten der Uhrwerke vom Typ 1

Für die Durchführung der Versuche standen vier Uhren zur Verfügung, welche durch 10 Männer getragen wurden, und zwar so oft, bis von jedem Träger pro Uhr fünf Meßwerte vorlagen. Die statistische Auswertung der 200 Meßwerte liefert die in Abbildung 8 gezeigte Häufigkeitskurve, deren Normalverteilung auf einer Standardabweichung s 54 Stunden aufgebaut ist.

Die vier untersuchten Uhren verhalten sich so, daß 5,4‰ der Träger einen täglichen Verlust an Gangreserve aufweisen. Nach Abschnitt „Optimale Speichermöglichkeit" werden 1,4‰ der Träger trotzdem mit der Uhr zufrieden sein, da es diesen Personen gelingt, mindestens einmal pro Woche die Verluste auszugleichen. Unter 1000 Personen, die Uhren vom untersuchten Typ tragen, werden etwa vier über schlechte Zeitangabe oder Stehenbleiben der Uhr klagen, wobei beide Beanstandungen auf einen Mangel an Gangreserve zurückzuführen sind. Der Vollaufzug wird von 995 Personen mehr oder weniger häufig überschritten, und dieser tägliche Überschuß muß durch die Rutschkupplung vernichtet werden. Zwei Personen schaffen pro Tag einen Überschuß von mehr als 300 Stunden, d. h. die Federwelle macht statt 4 etwa 54 Umdrehungen. Die schraffierte Fläche zeigt, daß 302 Personen unter 1000 die Lebensdauer der Rutschkupplung bedrohen, indem sie diese einer unnötigen Überlastung aussetzen, welche in Wärme und Verschleiß umgewandelt wird.

Zusammenfassend kann für die vier untersuchten Uhren in bezug auf den Verlauf der Gangreserve folgendes gesagt werden:

a) Bei neuen Uhren werden *996 zufriedenen Kunden nur 4 unzufriedene gegenüberstehen*, die zuwenig Bewegungen machen, um die Uhr genügend aufzuziehen.

b) Je nach der Qualität der Rutschkupplung werden *nach 3 bis 10 Jahren Gebrauch* auf 1000 Personen 302 Kunden unzufrieden sein, während 694 Personen über diesen Zeitraum hinaus nichts zu klagen haben.

Diese Untersuchungen zeigen *mit aller nur wünschbaren Deutlichkeit*, wie wichtig Versuche mit einer großeren Anzahl Personen sind und wie falsch es ist, Einzelfälle zu verallgemeinern. Dem Verfasser ist ein Uhreneinkäufer bekannt, der selber zur Kategorie der schlechten Aufzieher gehört, also in unserem Beispiel zu den 4‰ der unzufriedenen Kunden, und deshalb jahrelang gegen die automatische Uhr opponiert hat, nur weil er selber wenig Gangreserve schuf. Umgekehrt kann ein Konstrukteur falsche Schlüsse ziehen, wenn er und seine Umgebung zu den temperamentvollen Trägern zählen; das neue Uhrwerk erreicht dann bei dieser Gruppe einen großen Überschuß an Gangreserve, befriedigt aber bei einer zu großen Zahl von Trägern nicht.

Das Beispiel der Abbildung 8 zeigt aber auch, wie falsch es ist, von einer Uhr zu verlangen, sie müsse möglichst rasch aufziehen; denn dadurch rückt die Kurve nach rechts, die schraffierte Fläche wird vergrößert, und noch mehr Kunden werden über frühzeitigen Verschleiß klagen. Nur die statistische Auswertung einer großen Zahl von praktischen Meßwerten erlaubt ein Urteil über die Qualität eines automatischen Aufzuges.

Das Verhalten der Uhrwerke vom Typ 2

Diese Versuche wurden mit drei Uhren durchgeführt. Es standen ebenfalls 200 Meßwerte zur Verfügung, die von vier Versuchspersonen stammten. Die statistische Auswertung führt auch hier zu einer Normalverteilung, die aber auf einer kleineren Standardabweichung, nämlich s 38 Stunden, basiert.

Wie aus der Kurve für das Uhrwerk Nr. 2 der Abbildung 8 hervorgeht, befindet sich nur eine Person unter 2000, bei der die Uhr wegen ungenügender Gangreserve stehenbleibt oder schlechte Gangleistungen aufweist. Unter 1000 Personen befinden sich 973 Kunden, die für diese Uhr ideale Träger darstellen. Nur 26 Personen unter 1000 schaffen mehr als 190 Stunden Reserve.

Zusammenfassend stellen wir für diese Uhren fest:

a) Der rasche Aufzug hat zur Folge, daß nur selten eine Uhr wegen ungenügender Gangreserve versagt. Bei neuen Uhren werden *1999 zufriedene Kunden einem einzigen unzufriedenen gegenüberstehen.*

b) Dank günstiger Abstimmung verursacht der rasche Aufzug *nur bei 26 lebhaften Personen* eine Überlastung der Rutschkupplung.

Der raschere Aufzug im Uhrwerk 2 ist auf einen kleineren Totwinkel des Rotors zurückzuführen. Die geringere Streubreite führen wir auf eine *günstigere Abstimmung des Rotors* auf die Armbewegungen und die Zugfeder zurück.

Es dürfte wohl *kaum möglich* sein, einen Uhrentyp zu entwickeln, der bei allen möglichen Betriebsbedingungen die ideale Häufigkeitsverteilung erreicht. Immerhin zeigt Abbildung 8 für das betrachtete Betriebsklima eine bedeutende Annäherung des Uhrwerke Nr. 2 an die ideale Verteilung. Eine Aufzugscharakteristik wie sie Werk 2 aufweist, ist besonders geeignet für moderne Menschen, die wenig Bewegungsmöglichkeiten haben. Wegen der geringen Belastung der Rutschkupplung vertragen solche Uhren auch eine rauhe Behandlung und können bei der Ausübung einer harten Arbeit oder bei sportlicher Betätigung ruhig am Handgelenk bleiben.

Der hier untersuchte Typ 2 ist das Resultat jahrelanger Bemühungen und kann als *die Lösung* des automatischen Aufzuges bezeichnet werden, denn er verbindet eine optimale Aufzugsgeschwindigkeit mit Zuverlässigkeit und langer Lebensdauer.

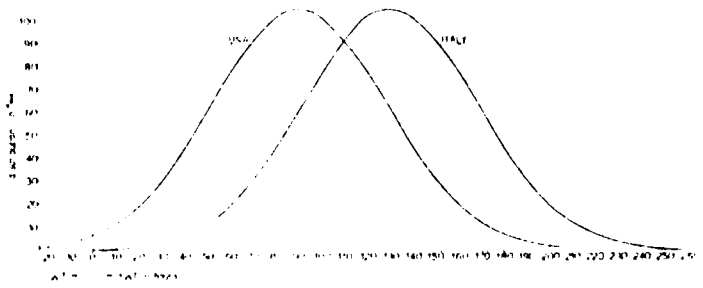


Abbildung 9

Die automatische Uhr und die Gesundheit des Menschen

Zwischen der Gesundheit des Menschen und seinen Bewegungsmöglichkeiten besteht eine enge Beziehung. Viele Zivilisationsschäden sind auf einen Mangel an Bewegungen zurückzuführen. Die vorliegende Untersuchung hat im Verein mit den von uns unternommenen Beschleunigungsmessungen große Unterschiede in der Intensität der Armbewegungen verschiedener Personen aufgedeckt. Diese zum Teil durch verschiedene Tätigkeiten bedingten Unterschiede könnten durch Sport und Freizeitgestaltung ausgeglichen werden. Damit der einzelne Mensch etwas gegen die Bewegungsarmut unternimmt, muß er aber zuerst wissen, wo er in der *Skala der Bewegungsintensitäten* liegt.

Um die Jahrhundertwende wurden zur Messung der Bewegungshäufigkeit besondere Schrittzähler (Pédomètre) auf den Markt gebracht. Auf Grund der vorliegenden Untersuchung bietet sich heute *die automatische Uhr als Meßgerät zur Überwachung der Bewegungsintensität* an. Zu diesem Zweck muß sie allerdings mit einer besonderen Vorrichtung ausgerüstet sein, die wir durch Patente schützen ließen. Die bisher bekannt gewordenen Gangreserveanzeiger sind für die Messung von Bewegungen unbrauchbar, da sie diese nur bis zum Vollaufzug registrieren.

So, wie das Körpergewicht durch die Waage überwacht wird, so können die Bewegungen und damit die Gesundheit des Menschen durch die automatische Uhr kontrolliert werden. Voraussetzung dazu ist allerdings, daß die vorliegende Studie erweitert wird und in Zusammenarbeit mit Medizinern, Physiologen und andern Spezialisten diejenigen Unterlagen bereitgestellt werden, die es erlauben, unser Meßgerät in bezug auf den Gesundheitszustand des Trägers der Uhr zu eichen.

Wir können uns vorstellen, daß die *Beobachtung der Bewegungsintensität* durch unsere Uhr neben der bereits erwähnten allgemeinen Gesundheitskontrolle besonders für Sportler zur Überwachung des Trainings, für arbeitsphysiologische Studien und viele andere Anwendungen interessant sein dürfte.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Durch die Untersuchungen des Verhaltens automatischer Uhren beim Tragen sind wir unter Berücksichtigung der menschlichen Einflüsse auf die Zuverlässigkeit und das Lebensdauerverhalten dieser Uhren gestoßen. Wir haben gezeigt, wie weit die verschiedenen Bauweisen von automatischen Uhren den beim Tragen auftretenden Betriebsbedingungen entsprechen und in welchem Ausmaß die zulässigen Grenzen überschritten werden. Aus diesen Erkenntnissen können wir für die verschiedenen Instanzen vom Kunden bis zum Konstrukteur folgende Schlußfolgerungen ziehen.

Der Kunde

Die automatische Uhr gebärdet sich wie ein „Perpetuum mobile"; doch braucht der Kunde einige *Ratschläge für den korrekten Umgang* mit solchen Uhren. Das Verhalten der automatischen Uhr hängt stark von den Lebensgewohnheiten und den Armbewegungen des Besitzers ab. Eine lebhafte Person schafft viel, eine ruhige

Person dagegen wenig Gangreserve. Zuwenig Armbewegungen haben einen schlechten Aufzug zur Folge und können schlechte Gangleistungen oder ein Stehenbleiben der Uhr verursachen. Um vor solchen Überraschungen gefeit zu sein, ist vom Kunden folgendes zu beachten:

a) Die Uhr soll pro Tag *mindestens während 8 Stunden* am Arm getragen werden.

b) Stellt sich trotzdem ein Versagen ein, so ist die Tragzeit auf den ganzen Tag auszudehnen, eventuell muß die Uhr *auch während der Nacht* am Handgelenk bleiben. Viele für den Aufzug nützliche Bewegungen werden beim Ankleiden und bei der Morgentoilette gemacht; ein ruhiger Träger läßt die Uhr bei diesen Tätigkeiten mit Vorteil am Arm.

c) Wird längere Zeit ausgespannt, so nimmt die Gangreserve der Uhr ab, und ein schlechter Gang ist die Folge. Bis zur Wiederaufnahme des gewohnten Lebensrhythmusses kann es notwendig sein, die Uhr *täglich* durch 15 Stöße an der Aufzugskrone von Hand aufzuziehen.

d) Wird der Träger der Uhr krank, so ist damit zu rechnen, daß auch die Uhr krank wird. Der *Mangel an Bewegung erschöpft die Gangreserve*. Die Ausführung vorsätzlicher Bewegungen oder der Handaufzug können sich vorübergehend aufdrängen.

Der Verkäufer

Jede automatische Uhr setzt Menschen mit bestimmten physischen Eigenschaften voraus, die aber beim Verkauf nicht erfaßt werden können. Übergeben Sie deshalb die Uhr dem Kunden erst, wenn Sie diese *durch Handaufzug* mit einer hinreichenden Gangreserve versehen haben. Wie wir in dieser Arbeit gezeigt haben, müssen Sie mit folgenden Reaktionen der Kundschaft rechnen:

a) Kurz nach dem Verkauf melden sich je nach Bauart des Uhrwerkes und je nach den Lebensgewohnheiten, die in Ihrem Lande herrschen, 0,5 bis 5 ‰ der Kunden wegen ungenügender Gangreserve. Durch Aufklärung im Sinne der vorliegenden Arbeit können Sie *diesen unangenehmen Beanstandungen vorbeugen*. Ist ein Kunde zum Tragen einer automatischen Uhr wirklich ungeeignet, so genügt vielleicht ein Handaufzug pro Woche, um die auftretenden Schwierigkeiten zu beseitigen.

Ist der Prozentsatz der ruhigen Träger in Ihrem Kundenkreis groß, so empfiehlt sich die Uhr für Kunden mit wenig Bewegungsmöglichkeiten, wie wir sie im Abschnitt „Das Verhalten der Uhrwerke vom Typ 2" beschrieben haben.

b) Nach einigen Jahren Gebrauch wird ein Teil der Besitzer wegen frühzeitiger Abnutzung klagen. Diese Beanstandung geht häufig in der allgemeinen Wartung unter und wird deshalb nicht richtig erkannt. Wenn sich an den in Ihrem Kundenkreis befindlichen Uhren starker Verschleiß bemerkbar macht, so ist dieser *auf eine große Überproduktion an Gangreserve* zurückzuführen. Eigentlich sollten Sie in solche Uhren leichtere Rotore einbauen lassen.

c) Falsch ist es, von der automatischen Uhr zu erwarten, daß sie *ohne* vorherigen Handaufzug am Handgelenk einer ruhigen Person sofort genügend Gangreserve schaffe. Eine Aufzugsgeschwindigkeit, die diese Bedingung erfüllt, führt bei lebhaften Personen unbedingt zu vorzeitigem Verschleiß.

Der Konstrukteur

Die vorliegende Arbeit illustriert mit aller Deutlichkeit, weshalb der Konstrukteur die Lebensdauerfrage bei automatischen Uhren zum Hauptbestandteil seiner konstruktiven Arbeiten machen muß. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse können ihm neben den in der Literatur bereits bekannten Angaben *folgende Ratschläge* erteilt werden.

a) Die Gangreserve bei Vollaufzug ist *möglichst groß* zu wählen, damit die Uhr auch gelegentliche Verluste an Gangreserve verträgt.

b) Die Lebensdauer der Rutschkupplung ist nicht nur von der Fertigung, sondern ebenso von der Belastung abhängig. *Durch geringe Belastung* kann bei sonst gleicher Fertigung diese Lebensdauer um Jahre bis Jahrzehnte verlängert werden.

c) Bei der *Bestimmung der optimalen Aufzugsgeschwindigkeit* haben wir vom Temperament des Besitzers auszugehen. Wie in Abschnitt „Ermittlung der Aufzugsgeschwindigkeit beim Tragen der Uhr" gezeigt wurde, hat der temperamentvolle Träger eine Aufzugsgeschwindigkeit, die etwa viermal so groß ist wie bei seinem ruhigen Kollegen. Legen wir somit als unterste Grenze für den ruhigen Träger V 3 fest, so erhalten wir für den lebhaften schon V 12.

Werden diese Grenzen eingehalten, so ist die *Rutschkupplung ein Sicherheitsventil*, das eine große Lebensdauer hat.

d) Die mittlere Aufzugsgeschwindigkeit beim Tragen variiert von Tag zu Tag je nach Beschäftigung und Erholung des Besitzers der Uhr. Sie sagt mehr über die Lebensgewohnheiten des Trägers als über die Qualität des automatischen Aufzuges aus.

SCHRIFTTUM

[1] *H. Kocher*, Beschleunigungsmessungen am Handgelenk des Menschen. Jahrbuch der DGC Band 12 – 1961. Bulletin annuel de la SSC Vol. IV – 1961.

[2] *H. Kühnhanss*, Leistungsprüfung automatischer Uhren. Die Uhr Nr. 13, Juli 1958.

[3] *H. Hausheer*, Le ressort de barillet, sa détermination, sa mesure, sa fatique, son contrôle par le technographe. Bulletin annuel de la SSC Vol. III – 1952.

[4] *R. Castella*, A propos de brides glissantes pour montres automatiques. Bulletin annuel de la SSC Vol. IV – 1957.

[5] *F. Rubin*, Rôle du ressort face aux problèmes posés par le remontage de la montre automatique. Bulletin annuel de la SSC Vol. IV – 1961.

[6] *F. Voumard*, Emploi des barillets en alliage d'aluminium oxydé anodiquement selon procédé GL pour montres automatiques. Bulletin annuel de la SSC Vol. IV – 1961.



ARNOLD ULMER

AUTOMAT - KONSTANZ

Der Wettlauf mit der Zeit läßt uns heute mehr denn je mit der Sekunde rechnen. Wie anders war es noch in der Zeit, wo Sanduhr oder nur der Stundenzeiger allein die Stunde wiesen. Die Technik macht jedoch nicht halt. Sie entwickelt sich unerbittlich weiter aus dem vorher Dagewesenen. Bereits in der Mitte des 18. Jahrhunderts ist *der Geburtstag der automatischen Uhr* zu finden. Der Gedanke, eine Uhr automatisch aufzuziehen, entstand also nicht erst in jüngster Zeit, aus der wir wissen, mit welcher Intensität die Konstrukteure darangingen, brauchbare und vollendete Mechanismen als „Automaten" dem Markte zuzuführen.

Viele Jahre waren erforderlich, die Gesamtheit des automatischen Aufzuges so zu gestalten, daß die Zuverlässigkeit und Wirkungsweise in Vollkommenheit garantiert war. *Technisch vollkommen* ist nur dann eine Erfindung, wenn ihre Funktion tadellos ist. Gerne sieht der Uhrmacher ferner einen besonders unkomplizierten mechanischen Aufbau. Präzision ist dabei oberster Grundsatz, sonst taugen technische Zusatzeinrichtungen nichts.

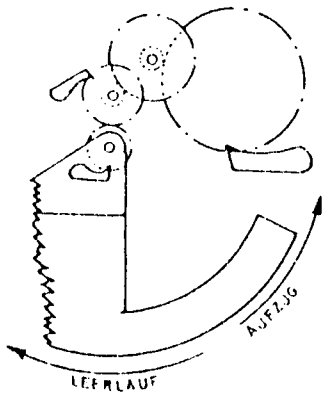
Der Automat ist eine Zusatzeinrichtung,

die den Zweck verfolgt, die Zugfeder in der Uhr selbsttätig durch vorangegangene Bewegung aufzuziehen. Für den Träger der Uhr ist dies zweifelsohne in erster Linie eine Einrichtung zur Bequemlichkeit.

Was für den Uhrmacher als Techniker natürlich im Vordergrund steht, ist die Tatsache, daß das Vorhandensein des Automaten und seine dauernde Arbeitsleistung auf den Kraftspeicher in der Uhr *die Konstanz der Zugfederspannug* zusichert.

Der Automat ist dem Sinne des Wortes nach eine „Maschine", die vorgeschriebene Bewegungen selbsttätig ausführt zum Zwecke der beständigen, bzw. unveränderlichen Kraftabgabe, welche die Zugfeder ins Räderwerk der Uhr zu schicken hat. Die Konstanz der Spannung soll den Isochronismus des Gangreglers so gestalten, daß *eine optimale Gangkapazität der Uhr* erreicht wird.

Viele Wege führten zum Ziel dieser uhrentechnischen Einrichtung. Wir kennen *Schüttelgewichts-* (Abbildung 1) *und Rotoraufzug* (Abbildung 2). Beide Arten erfüllen ihre Aufgabe, jedoch mit einem beträchtlichen Unterschied ihres Wirkungsgrades. Schüttelgewichte arbeiten in winkelmäßiger Begrenzung und oft nur einseitig, Rotoraufzüge dagegen in unumschränkter Bewegungsfreiheit. Sicherheit des ständigen Aufzuges garantieren beide Systeme. Allein schon diese Eigenschaft wird auch dem Laien als Träger einer automatischen Uhr verständlich machen, daß eine Automatic *ein besonders wertvoller und genauer Zeitmesser* sein muß. Wir Fachleute wissen, daß nach sorgfältiger Reglage, die auch mit Hilfe des Trägers der Uhr zu geschehen hat, solche Uhrwerke wochenlang, ja über Monate hin, einen präzisen Gang zu halten vermögen.



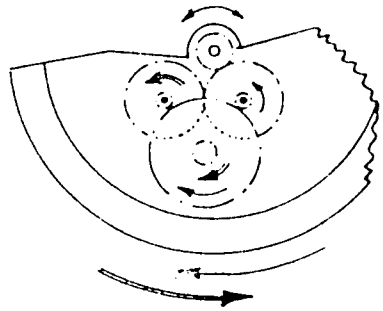
System Schüttelgewicht

Abbildung 1

DETAILS DER KONSTRUKTION

a) Lagerung

Eine Besonderheit, wenn nicht sogar ein äußerst kompliziertes Problem stellt die Lagerung der Schwungmasse – auch Gewichtskörper genannt – dar. *Im Schüttelgewichtsaufzug* ist die Möglichkeit einer verhältnismäßig einfachen Lagerung der Schwungmassewelle gegeben. Sie kann herkömmlich, wie ein Rad aufgenommen wird, mittels zwei Lagersteinen, in Automatenplatine und Brücke vorgenommen werden.



System Rotor

Abbildung 2

Ungleich komplizierter verhält sich die Lagerung des Rotors. Das *System des Rotoraufzuges* gewann aus begreiflichen Gründen mehr und mehr an Bedeutung. Jede Bewegung des Gewichtskörpers nutzbringend für die Kraftquelle der Uhr anzubringen, war Leitsatz der Erfinder und Konstrukteure. Die Schwungmasse hat ein relativ hohes Gewicht, welches, einmal in Drehung versetzt, durch seine Zentrifugalkraft sein Lager um ein wesentliches an Beanspruchung übersteigt, als jene Lagerung des Schüttelgewichtes sie zu ertragen hat.

Grundsatz für beide Systeme ist Präzision, hohe Stabilität und bestmögliche Bruchsicherheit.

Eine Unzahl von Konstruktionen zeigen die Verwirklichungsmöglichkeiten dieses Problems. Gerade aber die Rotorlagerung als solche dürfte in Gestalt und Ausführung *noch lange nicht als abgeschlossen* gelten. In den meisten Uhren mit Rotoraufzug wird der freistehende Lagerzapfen verwendet. Oft ist er vernietet oder auf der Automatenplatine verschraubt. Mittels Stein- oder Hartmetallager dreht der Rotor um den feststehenden Zapfen. Die Schwungmasse wird mit Riegel, Gabel, Schraube o. ä. Vorrichtungen am Lagerzapfen festgehalten.

Der Bruchsicherheit der Schwungmasselagerung muß große Bedeutung zugeschrieben werden. Schläge und Stöße wirken sich besonders gefährlich auf den Lagerzapfen aus. Sicherlich kann *durch Überdimensionierung des Lagerzapfens* am einfachsten weitgehende Bruchsicherheit erreicht werden. Je größer aber die Dimensionen sind, desto bedeutender werden die Reibungsfaktoren an diesem neuralgischen Punkt. Es wird ohne weiteres einleuchtend sein, daß der Bewegungsfreiheit des Rotors durch Überdimensionierung der Lagerteile nicht unnötig Nachteile erwachsen sollten (Vergl. Abbildungen 3, 4 und 5 mit Abbildung 6).

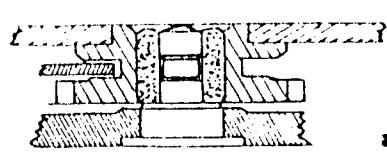


Abbildung 3

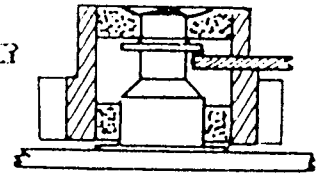


Abbildung 4

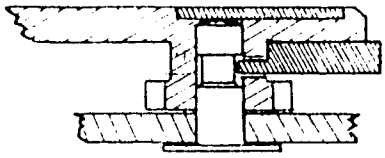


Abbildung 5

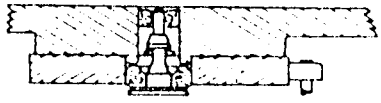
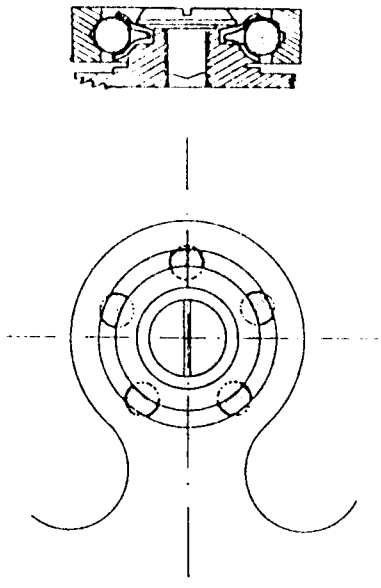


Abbildung 6
Stoßgesichertes Rotorlager (siehe auch Abbildung 15)

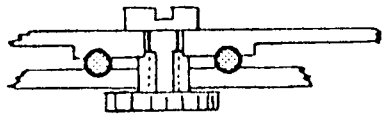
Verschraubte Lagerzapfen sind leicht zu ersetzen, wenn sie gebrochen sind. Die Arbeit ist einfach. Trotz einfacherer Herstellungsweise solcher Lagerungen kennen wir bei der automatischen Uhr seit langem schon das Kugellager, welches als *Ideallösung der Rotorlagerung* anzusehen ist. Es hat die besonders wichtige Eigenschaft der rollenden Reibung (Abbildungen 7 und 8). Man kann



Kugellager,
absolut stoßsicher

Abbildung 7

diese Konstruktion als vollkommen stoßsicher bezeichnen, und weiterhin ist die Kraftübertragung auf das sogenannte Reduktionsgetriebe durch Vollendung der Konstruktion auf das Reibungsminimum gesunken.



4 Kugeln als Lagerentlastung und Rotorunterstützung

Abbildung 8

b) Arbeitsweg

Von der Arbeitsweise und Beschaffenheit des Automaten hängt es ab, ob die Nutzkraft einer Schwungmasse dem Verhältnis der zu leistenden Arbeit entspricht. Grundbedingung ist, die *Reibungsfaktoren möglichst niedrig* zu halten, damit das Gewicht der Masse nicht zu groß bzw. zu schwer sein muß. Die Verwendung eines leichten Schwungmassekörpers ist gleichbedeutend mit der Forderung nach Reibungsminderung.

So ergab sich die Notwendigkeit, auf verhältnismäßig *kurzem* Weg vom Schwungkörper bis zur Zugfeder des Werkes zu gelangen. Eine Uhrenfabrik konnte im Verlauf der Entwicklung ihrer automatischen Uhr anstatt anfangs unter Verwendung von 16 Einzelteilen *mit 7 Einzelteilen denselben Arbeitseffekt* erzielen. Weniger Bestandteile ist gleichbedeutend mit Vereinfachung einer Konstruktion, welche weniger störanfällig ist und bedeutend weniger Reibung aufzuweisen hat. Das Werbeargument kann hierzu lauten: Hohe Lebensdauer durch optimalen Leistungsgrad der einfachen Konstruktion und leichte Wartung im Reparaturdienst (Abbildungen 2, 9 und 10).

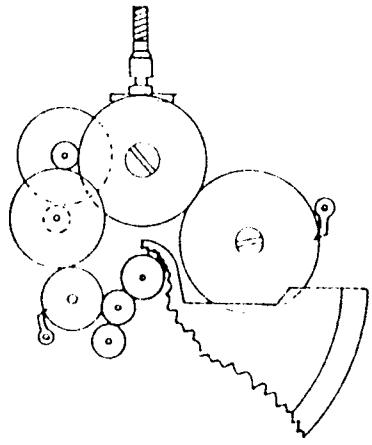
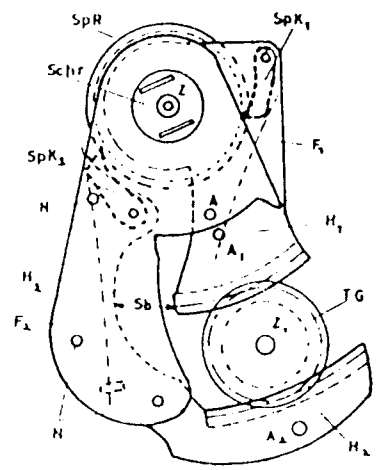


Abbildung 10

c) Der Drehsinnwandler

Mit der Verwendung des umlaufenden, in beiden Drehrichtungen arbeitenden Aufzugsgewichtes, war es notwendig, den Drehsinn umzuwandeln. Das erfolgt mit Hilfe des sogenannten Drehsinnwandlers. Mit anderen Worten gesagt, hat der Drehsinnwandler die Aufgabe, die *wechselseitige Drehrichtung* des Rotors in eine solche *gleichen Drehsinnes* umzuformen (Abbildungen 2 und 10). Beim Schüttelgewichtaufzug war die Notwendigkeit der Drehsinnumformung nicht gegeben, sofern dieses nur einseitig aufzieht.

Es erscheint mir immerhin noch von Wert, ein Modell zu besprechen, dessen Schüttelgewicht beiderseitig Aufzugsarbeit leistet. Abbildung 9 zeigt *einen Doppelhebelaufzug*, dessen Zahnsegmente im Eingriff mit dem Rotorritzel stehen. Der Drehpunkt der Hebel H_1 und H_2 befindet sich auf gemeinsamer Achse mit dem Schaltrad SpR, welches auch gleichzeitig die Sperrung des momentan erreichten Drehfortschrittes inne hat. Jeder Hebel hat seinen ihm zugeordneten Sperrkegel.



Schüttelgewichtaufzug
beiderseitig wirksam

Abbildung 9

Das Rotorritzel ist *mit der Schwungmasse fest verbunden*. Wird diese in Drehung versetzt, bewegen sich auch die Hebel H_1 und H_2 und zwar einander entgegengesetzt. Aufzugsarbeit leistet somit entgegen der Uhrzeigerdrehrichtung Hebel H_1. Sein Sperrkegel bewegt das Schubrad vorwärts, während jener des Hebels H_2 lediglich über die Zähne gleitet und zwar so lange, bis der Ge-

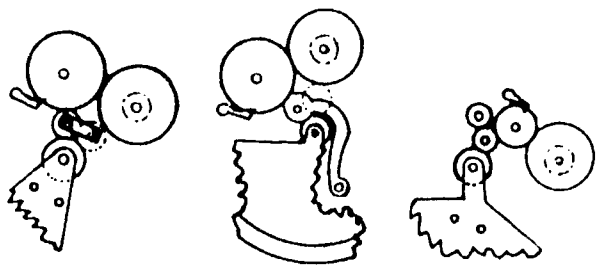
PRESIDENT?

wichtskörper am Prellbock zur Umkehr gezwungen wurde oder schon eher zum Rückschwung Veranlassung findet.

Das Schaltradtrieb greift ins Kronrad und dieses gibt die Drehbewegung *direkt ans Sperrad* des Federhauses weiter. Der Arbeitsweg vom Schwungmassenritzel bis zum Federkern ist besonders kurz.

Zwischenzeitlich veränderten sich die Basiswerke ebenso. Großdimensionierte Unruhen und Federhäuser mußten auf dem gleichen kleinen Raum untergebracht werden. Das kam gleich einer Vergrößerung des Federdrehmomentes. Bei gleichem Drehmoment des Rotors bedingte dies eine höhere Übersetzung zwischen Rotor- und Federdrehmoment. Diese höhere Übersetzung verlangt eine absolute Ausnutzung der Leistung des Rotors. Jede noch so geringe Winkelverlagerung soll mit dem *geringsten* Bewegungsverlust arbeiten. Diese Forderung ergab das Streben nach Bewegung vom *gleichen* Drehsinn.

Wir kennen inzwischen *viele Arten von Wechslern*. Es sind z. B. Konstruktionen, die mit einem oder zwei Wechslerritzeln arbeiten. Seien es nun Gleitritzel, Hebelwippe mit einem Ritzel oder Doppelritzelwippe. Alle Systeme arbeiten zuverlässig (Abbildung 11).

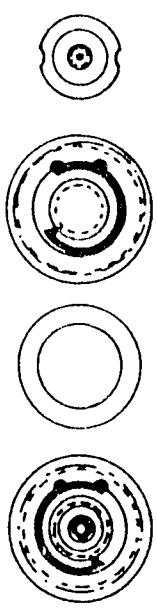


Gleitritzel | Hebelwippe | Doppelritzel mit Wippe

Abbildung 11

Im Prinzip handelt es sich dabei um *die eine Aufgabe*, daß ein gelagertes Ritzel zwischen Rotortrieb und erstem Reduktionsrad in direktem Kraftfluß steht. Bei Drehsinnumkehr des Rotors zwingt der gegenläufige Antriebssinn des Rotortriebes das Wechslerritzel, eine andere Bewegungsrichtung einzunehmen, wobei es in den Eingriff mit dem anderen Parallelrad geführt wird.

Mit einem Nachteil sind solche Konstruktionen behaftet. Sie können unter Umständen einen Leerlauf *beim Wechsel der Drehrichtung* von maximal nahezu 30 Prozent der Rotorbewegung haben. Ferner wird sich die Verzahnung des Wechslerrades nicht mühelos in diese des anderen Rades einfinden. Die Tatsache bedeutet unter Umständen vermehrten Kraftaufwand seitens des Schwung-



Transportklinkengetriebe

Abbildung 12

gewichtes und ferner infolgedessen Verlust in der Wirkung des Rotordrehmomentes. Ein unter sanftem Federdruck arbeitender Sperrkegel sorgt im Reduktionsgetriebe durch Einklinken in die Reduktionsradverzahnung dafür, den erreichten Fortschritt in der Radbewegung im Reduktionsgetriebe zu erhalten und zu sichern.

Andererseits sind uns Drehsinnwandler bekannt, die nicht aufgrund kraftflüssiger Wirkung der Verzahnung arbeiten, sondern mit Hilfe „formlicher Zusammenarbeit" der Steuerelemente. Die sogenannten *Kupplungsräder* führten zu einer bedeutenden Erhöhung des Grades ihrer Wirksamkeit im Zuge der Drehsinnwandlung. Ihr Inneres birgt teilweise sehr komplizierte Teile: Klinken, Hebel, Stifte, Steine – in Form von Scheiben – oder Kugeln und Schalträder samt Schaltklinken übernehmen in Zusammenarbeit mit ihren „Steuerflächen" oder „Steuersäulen" die Drehsinnwandlung. Sperrkegel und Sperrfeder sind zwecks Erhalt der fortgeschrittenen Drehbewegung bei diesen Kupplungssystemen nicht mehr erforderlich. Die Sperrung des erreichten Aufzugsweges erfolgt durch die Kupplungsräder selbst (Abbildungen 12, 13, 14).

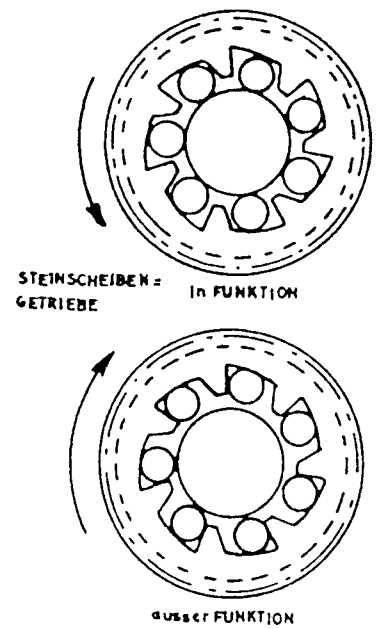
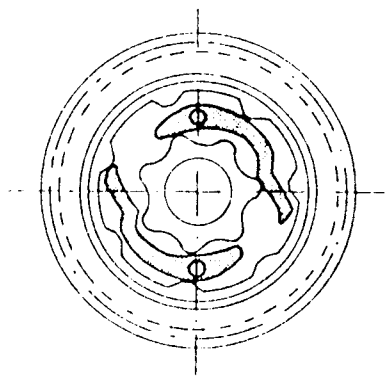


Abbildung 13

Die Anordnung der Kupplungsräder, wobei immer zwei zusammen ein Teil als Ganzes bilden, ist *im Prinzip der entgegengesetzten „Arbeitsleistung"* zu sehen. Die Sperrung des erreichten Aufzugsgrades wird durch diese Gegenläufigkeit erreicht. Mit anderen Worten gesagt, bedeutet dies, daß bei Umkehr des Schwungkörpers das seither Aufzugsarbeit leistende Rad nun die Sperrung übernimmt, bis das andere Kupplungsrad den Aufzug tätigt. Der Wechsel zwischen Beendigung der Drehbewegung im Falle der Gewichtsumkehr bis zur Wiederaufnahme der Fortbewegung des Reduktionsgetriebes hat nur noch einen ganz geringen Wegverlust als sogenannter Leerlauf zu verzeichnen.



Hebelgetriebe

Abbildung 14

(Fortsetzung im nächsten Heft)

ARNOLD ULMER

AUTOMAT - KONSTANZ

(Schluß – siehe auch NUZ Nr. 5 vom 15. März Seite 16 ff)

Eine bahnbrechende Konstruktion im Hinblick auf Drehsinnwandlung und „wegkürzeste" Bauweise eines Rotoraufzuges besteht aus nur vier Hauptteilen:

1. Rotorgewicht mit Exzenter,
2. Wippsystem,
3. Automaticrad und
4. Stoßsicherungsfeder mit Rotorträger.

Die Abbildung 15 zeigt, wie einfach der Aufbau und damit auch die Wirkungsweise dieses Exzenteraufzuges ist. Im Exzenter (hier in Herzform) finden wir somit den *Bewegungsvermittler* als auch gleichzeitig den *Drehsinnwandler*. Das Kupplungsrad als Drehsinnwandler ist hierbei überflüssig geworden.

Funktion: Durch den Exzenter, der die Wippe über die Wippenrollen „führt", wird diese hin- und herbewegt. Dadurch verändern auch die Klinken ihre Lage und geben abwechslungsweise die schaukelnde Bewegung des Rotors als Antriebsarbeit an das Klinken- oder Automaticrad weiter. Das Trieb desselben greift bereits ins Kronrad ein. Nicht nur in der pendelartigen Bewegung, sondern auch in der Rundumbewegung der Schwungmasse ist der fortlaufende Funktionswechsel zwischen der kurzen und der langen Klinke zu erkennen.

Man kann also feststellen, daß es einfacher *nicht mehr* geht. Selbstverständlich liegt der Konstruktion meisterhafte Vollendung zugrunde unter Verwendung der hochwertigsten Materialien.

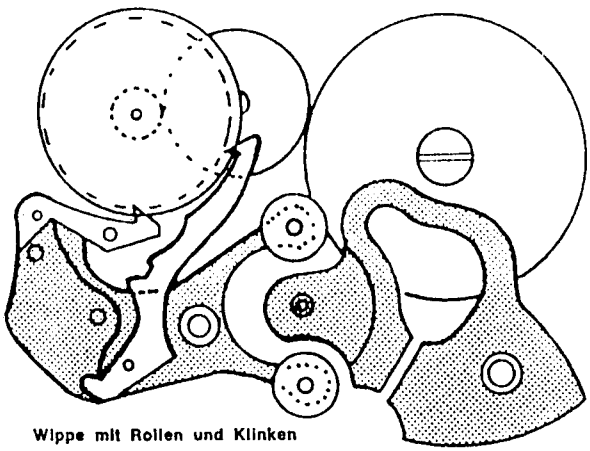


Abbildung 15: Exzenteraufzug

d) *Stoßsicherung*

Eine ebenso geniale Neuerung war die Stoßsicherung der Schwungmasselagerung. Achse und Lagersteine konnten so fein ausgeführt werden, daß die Reibungsfaktoren an dieser Stelle auf ein Minimum herabgesetzt werden konnten (vergl. Abbildung 6 mit Abbildungen 3–5). Bei einem Stoß, gleichgültig aus welcher Richtung er die Schwungmasse trifft, ist also *kein starrer Druck auf die Achse* vorhanden. Dank der Schwanenhalsform der Stoßsicherungsfeder (Abbildung 15) besteht ein elastisches Ausweichen und zwar maximal so weit, bis der Gewichtskörper vom Gehäuserand abgefangen wird (vergl. die Abbildungen 7, 15 und 16).

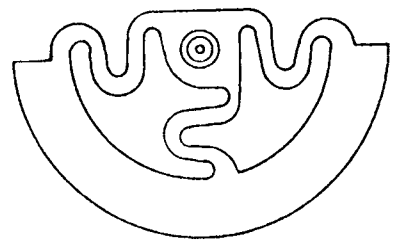


Abbildung 16: Stoßsicherungsvorrichtung am Schwungmassekörper

Eine ähnlich auffallende, ins Auge stechende Konstruktion ist in Abbildung 17 zu sehen. *Auch sie zählt zu den exzentrisch wirkenden Automateneinrichtungen.* Nach Lösen des Gewichtskörpers liegen frei vor uns: Zwei Klinkenräder, ein Automatenrad mit Trieb, welches ins Sperrad eingreift. Unter den beiden Klinkenrädern liegt die Schaltklinkenwippe, mit zwei voneinander getrennt und unterschiedlich hoch liegenden Zahnsegmenten. Aus der schematischen Abbildung ist zu ersehen, daß der Drehpunkt des Schwungmassekörpers oberhalb des Mittelpunktes zwischen den Zahnsegmenten liegt.

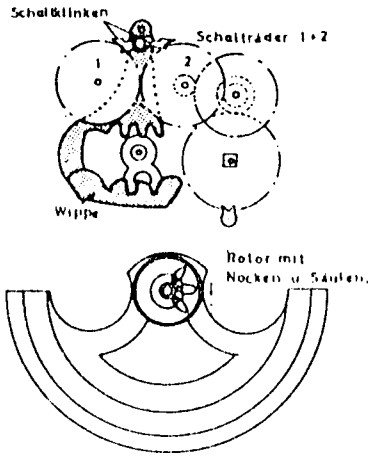


Abbildung 17

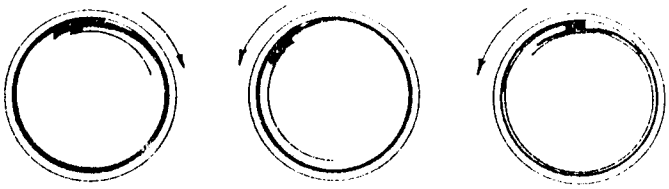
Betrachten wir den Schwungmassekörper von unten, so finden wir nicht den Exzenter in Herzform. Das höher liegende Zahnsegment der Wippe wird von drei zykloidenförmigen „Nocken", das tiefer liegende von drei Säulen geführt. Verläßt in der Drehbewegung nun die letzte, im Eingriff stehende Nocke das untere Zahnsegment, dann übernimmt die erste Säule sofort den Transport des in der Zeichnung oberhalb des Gewichtsdrehpunktes liegenden Zahnsegmentes. *Der Rotor ist beiderseitig wirksam.*

Auch hier ist der Arbeitsweg besonders kurz und das kleine Schwunggewicht (es handelt sich um eine Damen-Automatic, deren Basiswerk 13,5 mm Durchmesser hat) arbeitet hundertprozentig sicher.

c) *Gleitzaum*

Die technische Ausführung des Federhauses einer automatischen Uhr unterscheidet sich in einem Punkt wesentlich gegenüber jenem einer gewöhnlichen Uhr. Die Zugfeder der Automatic verlangt den Schutz gegen Überspannen (Prellen) und Bruchgefahr. Der Gleitzaum verhindert dies und stellt somit das Bindeglied zwischen Zugfeder und Federhaus dar. Es hat den Grad der Federspannung zu bestimmen und diesen nach bester Möglichkeit *in konstanter Größe* zu regeln.

Bei fast extrem gespannter Zugfeder gleitet der Zaum entlang der Trommelwandung des Federhauses. Dies erfolgt so lange, bis der Zaum, welcher eine stärkere Klingenabmessung hat als die dazugehörige Zugfeder, sich wieder *entsprechend mehr* gegen die Wandung preßt und das Gleiten bis zum Stillstand abbremst (Abbildung 18).



Stoßender Zaum, Federendhaken — **Gezogener Zaum, Feder angenietet** — **Gezogener Zaum, Feder eingelegt**

Abbildung 18

Daraus kann gefolgert werden, daß der Gleitzaum ebenfalls, wie die dazugehörige Zugfeder, *hohe Qualität in Material und Ausführung* haben muß.

So einfach dieses als *Gleitzaum* ausgeführte Federstückchen auch aussehen mag, ihm gebührt besondere Beachtung und Behandlung. Ein verbogener, zu kurzer, zu langer, in den Abmessungen falscher Gleitzaum stellt sowohl Gangreserve als auch Gangkapazität der Automatic in Frage.

Wir sehen hieraus, daß eine Prüfung des Gleitzaumes auf absolute Funktionstüchtigkeit auch mittels der Zeitwaage *eine durchaus lohnende, wenn nicht sogar zwingende Arbeit* darstellt.

Eventuell vorhandene Fehler entspringen wohl verschiedenen Ursachen, sind jedoch in ihrer Auswirkung gleich. Das ist das Verblüffende an der Sache.

f) *Trennung von Hand- und automatischem Aufzug*

Ausklinkvorrichtungen sorgen für „Ruhestellung" des Schwung- oder Schüttelgewichtes, wenn der Aufzug von Hand – *also von außen* mit Hilfe der Aufzugwelle – zu geschehen hat. In der Regel kommt dies ja nur vor, wenn die Uhr durch Abnehmen vom Handgelenk über die Gangreserve der Zugfeder hinaus abgelaufen ist. Es gibt *Ausklinkvorrichtungen* sehr einfacher Art. Diese Einrichtungen verfolgen den Zweck, den Handaufzug vom automatischen Aufzug zu trennen.

Die einfachste Art, dies zu erreichen, veranschaulicht Abbildung 1. Im Reduktionsgetriebe des Schüttelgewichtsaufzuges muß das Gewicht *in Ruhe verharren*, wenn der Handaufzug betätigt wird. Das Rotorritzel ist beweglich auf einem Ansatz des Gewichtskörpers gelagert. Bei Handaufzug drehen alle Räder des Automaten mit. Die zwei Sperrkegel gleiten unter leichtem Federdruck über die Klinkenräder. Andererseits ist hier keine Vorrichtung getroffen, die den Handaufzug ausschaltet, wenn der Automat arbeitet. Die Ausführung des manuellen Aufzuges muß daher sehr sorgfältig sein.

Eine andere Möglichkeit zeigt Abbildung 19. Das Rotorritzel ist fest mit dem Schwungkörper verbunden. Dafür aber ist das *Automaticrad frei beweglich*, welchem zwei Sperrklinken zugeordnet sind.

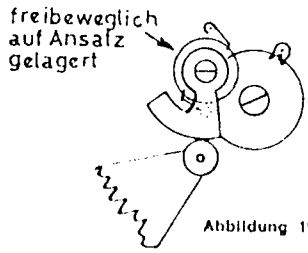
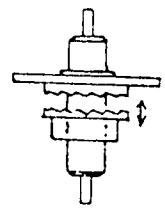


Abbildung 19



Rechts:
Abbildung 20

Eine Lösung, das Reduktionsgetriebe ab dem ersten Automaticrad bei Inbetriebnahme des Handaufzuges in Ruhe verharren zu lassen, zeigt Abbildung 20. – Wir erkennen in der Skizze ein sogenanntes Kupplungsrad *in ähnlicher Ausführung*, wie wir sie vom manuellen Aufzugsmechanismus her kennen. Das Kupplungsrad sitzt fest auf seiner Welle, während das Trieb unter leichtem Federdruck beweglich auf ihr gelagert ist. Wird von Hand aufgezogen, dann bringt das Kronrad wohl das Kupplungstrieb noch in Umdrehung. Dieses weicht aber aus dem Eingriff mit der Verzahnung des Kupplungsrades, so daß die automatische Räderwerkspartie still steht.

Klinkenräder, die einerseits die Rotorbewegung zum Sperrad weitergeben, und andererseits den automatischen Aufzug vom manuellen vollständig trennen, stellen *die Kupplung in Vollendung* dar. So einfach sie oft von außen wirken, so präzise und inhaltsreich sind sie in ihrem Aufbau.

Abbildung 12 zeigt *schematisch* die einzelnen Teile, die im Zusammenwirken eine doppelte Kupplung sind. In seiner Gesamtheit hat dieses Klinkenrad seinen Sitz direkt auf dem Federkern. Löst man die rechtsgewindige Schraube, so ist das gesamte Kupplungselement vom Federkern zu nehmen. Dieses wird wiederum mit einer Schraube zusammengehalten. Wird sie entfernt, kann mühelos das obere Rad mit Klinke abgenommen werden. Danach folgt der Trenn- oder Zwischenring, als Kreisring ausgeführt, und als letztes Teil haben wir dann das untere Rad mit Transportklinke und dazugehörigem Klinkenrad. Ein darem gearbeiteter Vierkant, zu jenem des Federkernes passend, stellt die feste Verbindung zwischen Automat und Zugfeder her.

Während der Automat Aufzugsarbeit leistet, arbeitet der obere Teil der Kupplung aktiv. Die Klinke im unteren Teil der Ausklinkvorrichtung gleitet unter sanfter Eigenfederung über die Zähne

des Klinkenrades. Der manuelle Aufzug steht vollkommen still. Dementsprechend ist es umgekehrt, wenn dieser in Funktion tritt. Eine solch *einfache Konstruktion* ist wirklich von Vorteil.

Es gibt viele andere Kupplungsgetriebe (siehe u. a. Abbildungen 13 und 14), die als Ganzes zu betrachten sind, also nicht zerlegt zu werden brauchen. Es empfiehlt sich auch nicht, dies zu tun, um nachfolgende Schwierigkeiten zu vermeiden. Sollte Reparaturersatz nötig sein, ist der Bezug des kompletten Getriebes *das einzig Richtige*.

g) *Schwingmassefeststellung* (Abbildung 21)

Sicherlich ist die Idee *darauf zurückzuführen*, daß der Schwungmassekörper im Schüttelgewichtaufzug eben doch allerhand Erschütterung verursacht und das Material beansprucht, selbst wenn darin momentan keine Notwendigkeit zu ersehen ist. Es existiert eine Ausführung, deren Konstruktion allgemein interessant ist.

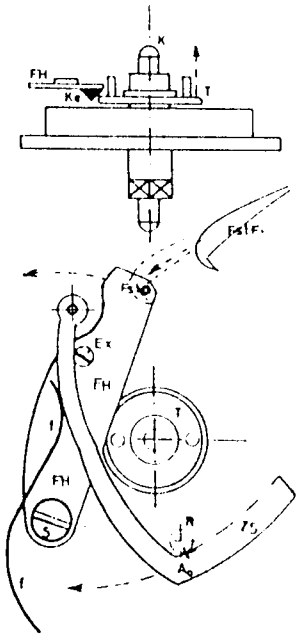


Abbildung 21

Federkern (K), Transportscheibe (T), Feststellhebel (FH) mit spitzpyramidenförmigem Kopf (Ke) und der in diesem Hebel eingesetzte Fangstift (F. st.) ermöglichen die *Stillegung des Schüttelgewichtes* nach Erreichen des Vollaufzuges.

Funktion: Der Federkern hat einen verlängerten Ansatz in Gewindeform. Darauf dreht sich die Transportscheibe (T), welche mittels zweier Schrauben die Feder mit ca. 1½ Umgang unter Vorspannung hält und gleichzeitig bei weiterem Aufzug der Feder immer mehr Abstand vom Federhausdeckel bekommt. Dadurch ist es der Scheibe möglich, über den Kegel (Ke), der im Feststellhebel vernietet ist, diesen langsam nach außen zu bewegen. Das Gewicht des automatischen Aufzuges ist nun noch so lange in Funktion, als die abgefederte und mit einer Exzenterschraube genau einzustellende Feststellfeder auf dem unteren Teil des Schwingmassekörpers gerade noch am Fangstift passieren kann. Ist diese Toleranz überschritten, klinkt der Haken der Feststellfeder (FStF) in FST ein. Der Automat ist so lange außer Tätigkeit, bis die Zugfeder erneut so weit abgelaufen ist, daß der Fangstift die Feststellfeder wieder freigeben kann.

Darin ist der Grund zu sehen, weshalb die Zugfeder dieser Uhr jener Feder eines Werkes ohne automatischen Aufzug in der Form genau entspricht. Ein sogenannter Gleitzaum ist nicht notwendig. Das Werk arbeitet *nahezu mit Maximalkraft*. Der Zeitraum, während sich der Automat aus- und einschaltet, verursacht praktisch keinen Kraftabfall der Feder. Durch die immer wieder eintretende Stillsetzung des automatischen Aufzugteils ist dieser sehr geschont und der Abnützung weniger unterworfen als bei anderen Systemen mit großen Reduktionsgetrieben.

Mit dem um die Schraube (S) drehbar gelagerten Feststellhebel, steht die Gangreserveanzeige in Verbindung. Das Zahnsegment (ZS) wird durch eine Feder F an die Exzenterschraube Ex angelehnt. Wird mit steigender Federspannung FH nach außen gedreht, nimmt Ex auch den Trägerarm von ZS mit. Das Zahnsegment selbst bewegt ein kleines Ritzel R, auf dessen Rohr am Zifferblatt sich der Gangreservezeiger dreht. Das Aufsetzen des Zeigers erfolgt *am besten*, wenn das Werk abgelaufen ist (Punkt A_n in Abbildung 21).

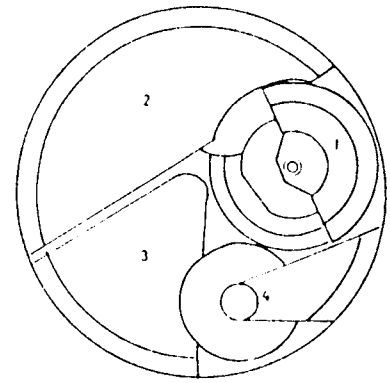


Abbildung 22:

1 = Rotor mit Wechslergetriebe
2 = Federhaus mit Kupplungsgetriebe
3 = Räderwerk
4 = Hemmung und Gangregler

DER PLANETEN- ODER MICROTOR

Im Zuge dieser Abhandlung darf *der sogenannte Planeten- und Microtor* nicht unerwähnt bleiben. Alles, was seither besprochen wurde, erwähnt die Systeme, die im Zentrum der Uhr ihren Schwungmassedrehpunkt haben. Das Basiswerk wird vom Rotor überdeckt und umkreist. Der bedeutendste Unterschied zum Zentralrotorsystem zeigt sich bei dieser Konstruktion in Anordnung und Dimensionen der Schwingmasse. Sie ist hier exzentrisch im Basiswerk untergebracht. *Die Lagerung der Schwungmasse ist dadurch wesentlich stabiler.* Größerer Lagerabstand und ein kleiner Massekörper gewährleisten dies.

Klar sind *vier Baugruppen* zu erkennen (Abbildung 22). Das Räderwerk zur Kraftübertragung bis zum Kupplungsgetriebe ist bekannt. Der Doppelritzelwechsler sorgt für gleichen Drehsinn.

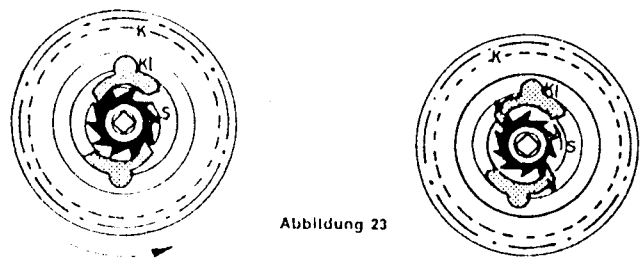


Abbildung 23

Durch Drehung des Klinkenrades K wurden beide Klinken Kl in den Eingriff mit Sperrad S geführt. Es erfolgt Aufzug

Dreht das Sperrad, so werden die Klinken aus dem Eingriff geführt. Das Klinkenrad steht still

Auf dem Federhaus befindet sich (wie bereits ähnlich beschrieben) das Kupplungsgetriebe als gegenseitige Ausklinkvorrichtung zwischen Automat und manuellem Aufzug. *Das Getriebe der Ausklinkvorrichtung soll nicht zerlegt werden.* Es wird dazu keine Veranlassung gegeben, denn die Organe Sperrad – Klinken arbeiten durch besondere Formgebung so zusammen, daß sich Federn zum Ineingriffführen der Klinken erübrigen. Als Lagerung der Klinken finden wir halbrunde Ausfräsungen im Rand der Sperräder. Eine Abnutzung kann, abgesehen von Gewalteinwirkung, nicht geschehen.

Die Abbildung 23 veranschaulicht die *Zusammenarbeit der verschiedenen Organe*. Bei Drehung des Sperrades werden die entsprechend geformten Klinken je nach Drehrichtung in oder aus dem Eingriff mit dem Sperrad geführt. Das obere Klinkenrad für

den manuellen Aufzug ist etwas kleiner, jedoch in Aussehen und Funktionsweise gleich wie das untere, etwas größere Klinkenrad für den automatischen Aufzug.

DIE REPARATUR DER AUTOMATISCHEN UHR

hat mit aller Sorgfalt zu erfolgen. Nur eine vollkommene Reinigung, die Durchsicht aller Teile auf tadellose Funktionstüchtigkeit und die peinlichst genau durchgeführte Fettung und Schmierung der Lager und gleitenden Teile bringen *Erfolg und Zufriedenheit für Reparateur und Kunden*. Die Fettung der Federhauswandung, damit der Gleitzaum sich nicht festreiben kann, darf nie versäumt werden. Dieser Umstand würde in kurzer Zeit eine bis zum Prellen führende Federspannung erzeugen und ein Regulieren wäre damit hinfällig. Dazu gehört dann auch das Ölen der Federkernlager im Federhaus. Dies sollte nicht unterlassen werden. Der Reparateur, welcher den Standpunkt vertritt, überschüssiges Öl in der Zugfeder setze sich ohnehin in den Lagern des Federhauses und seines Deckels ab, wird Reklamationen auf sich zukommen sehen müssen.

Je präziser eine Uhr in Ausführung und Leistung ist, desto vollkommener muß ihre Wartung sein. So bemerkenswert wie die Entwicklung der automatischen Uhr verlaufen ist, so perfekt soll *der Kundendienst* sein!

Die automatische Uhr muß zum Hauptthema in Werbung und Verkauf werden, zumal sich der Trend zur teureren Uhr hinwendet. Die Automatic ist nicht mehr Luxus oder etwas Ausgefallenes, sondern die Uhr der Gegenwart und trotz Vorhandensein elektronischer Uhren *noch immer mit die Uhr der Zukunft*.

Die Abbildungen sind als schematische Darstellungen zu betrachten

GEORG S CHINDLER

Antrieb und Abtrieb in der Automatic-Uhr

Die automatische Armbanduhr guter Qualität hat eine Gangsicherheit und Zuverlässigkeit erreicht, wie sie *vor Jahrzehnten* nur von einer Taschenuhr bester Qualität, sagen wir von einer Glashütter Uhr, erreicht werden konnte. Die moderne Uhrentechnik erzielte, gestützt auf eine wissenschaftliche Grundlagenforschung, bei modernen durchschnittlichen Gebrauchsuhren Ganggenauigkeiten, die früher bei guten Kleinuhren sehr schwierige Feinstellungsarbeiten vom Uhrmacher erforderten. Wir wissen heute:

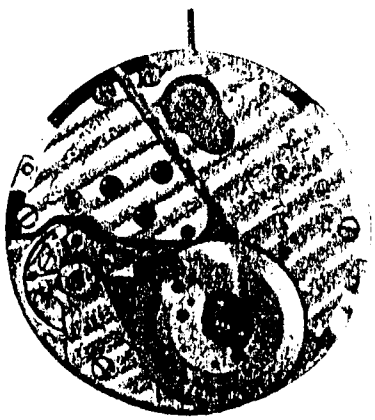


Abbildung 1: Automatic-Uhr mit Planetenrotor (Werkbild: Universal-Uhrenfabrik, Genf)

Der *Isochronismusfehler* einer Kleinuhr ist umso geringer, je weniger sich die Amplituden der Unruh ändern. Der *Temperaturfehler* wird durch die kompensierende Nivarox-Spiralfeder, deren Funktion auch durch schwache Magnetfelder nicht gestört wird, auf ein Minimum gebracht. Dabei ist der Ansteckpunkt bedeutsam! Somit ist der Gang einer guten Automatic-Uhr innerhalb einer Minute in der Woche zu halten. Die Voraussetzung dazu ist ein betriebssicherer Aufzug. Es kommt hier auf den Antrieb und Abtrieb des Selbstaufzugs an, die zu untersuchen sind. Beginnen wir bei dem Antrieb und seinen Möglichkeiten.

Der Antrieb des Selbstaufzugs

Als Energiequelle wird die Bewegungsenergie des Armes benutzt, die in automatischen Armbanduhren mittels eines etwa halbkreisförmigen Rotors, *der Schwingmasse*, in Aufzugsenergie für das Federhaus umgewandelt wird. Bei dem Aufzug durch die

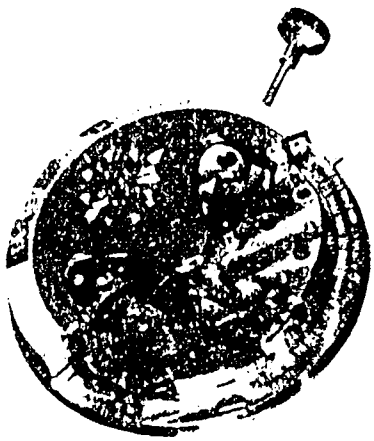


Abbildung 2: Automatische Armbanduhr mit Zentralrotor (Werkbild: Patek Philippe, Genf)

Bewegung des Armes bzw. Handgelenks treten drei Beschleunigungen auf:

1. die *Gravitation* (Erdbeschleunigung) $g \quad 9{,}81 \quad \frac{m}{sec^2}$
2. die *Zentrifugalbeschleunigung* $b_z \quad r \cdot \varphi^2$
3. die *Tangentialbeschleunigung* $b_t \quad r \cdot \dot{\varphi}$ oder $r \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2}$

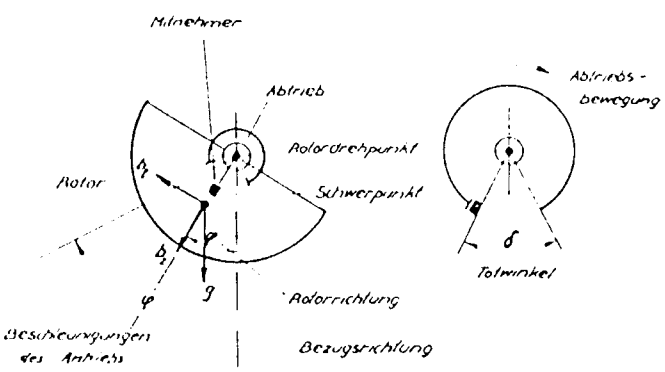


Abbildung 3: Der Antrieb des Selbstaufzugs mit den drei Beschleunigungen: Gravitation g; Zentrifugalbeschleunigung b_z; Tangentialbeschleunigung b_t

Hierbei sind φ der Drehwinkel der Schwingmasse und r der Abstand des schwingenden Hebelarmes vom Drehpunkt (Entfernung Rotordrehpunkt zum Schwerpunkt der Schwingmasse). Die Lage der Schwingmasse, die um eine fest mit ihr verbundene Achse drehbar ist, sei durch Angabe des Drehwinkels φ gegen eine willkürlich gewählte Anfangslage beschrieben. Durch die Armbewegungen des Trägers einer Automatic-Uhr wird die Schwingmasse *zu Bewegungen veranlaßt*, die durch die aufgezeigten drei Beschleunigungen bestimmt sind. Für das Verständnis der Wirkung des Aufzugmechanismus, des Automatteils, ist die Kenntnis dieser dem Rotor aufgeprägten Beschleunigungen bedeutsam.

Wenn der Aufzugsmechanismus gut erdacht worden ist, wirkt die Gravitation schon auf den Aufzug! Wie steht es mit der Aufzugsenergie, die von der Schwingmasse *dem Federhaus zugeführt* werden muß? Sie läßt sich annähernd bestimmen, wenn gewisse Vereinfachungen vorgenommen werden.

Eine gute Automatic-Uhr (Herrenarmbanduhr) benötigt *eine mittlere Leistung* von ca. 4 µW (Mikrowatt), das sind 4 Millionstel Watt. Bei einem täglichen Gang mit einem Ablauf von 86 400 s entspricht das einer Energie von $4 \cdot 86\,400 = 345\,600$ µWs (Mikrowattsekunden) oder ca. 0,346 ≈ 0,4 Ws (Wattsekunden). Es gibt in einem bestimmten Automatteil mit der Übersetzung vom Rotor zum Federhaus ungefähr 1 : 160 vier Eingriffe. Für diese muß je Eingriff mit einem gewissen Verlust gerechnet werden. Nach langjährigen Erfahrungen einer Schweizer Uhrenfabrik mit dieser Art von Eingriffen konnte bei einwandfreier Verzahnung *ein mittlerer Nutzeffekt* von 0,88 pro Eingriff erreicht werden. Bei vier Eingriffen ist der Gesamtwirkungsgrad

$$\eta_{ges} = \eta^4 = 0{,}88^4 = 0{,}6!$$

Die vom Selbstaufzug dem Federhaus *täglich zuzuführende Energie* beträgt damit

$$\frac{0{,}4 \text{ Ws}}{0{,}6} = 0{,}67 \text{ Ws bzw. } 0{,}7 \text{ Wattsekunden.}$$

Im Mittel führt ein Selbstaufzug der beschriebenen Art dem Federhaus stündlich etwa 0,1 Ws zu. Das will sagen, daß der Besitzer einer automatischen Herrenarmbanduhr solche mindestens 7 Stunden tragen müßte, bis zum Aufzug. Da die Uhr im allgemeinen länger getragen wird, ist die überschüssige Energie mittels eines Gleitzaumes – einer Art Rutschkupplung – zu vernichten. Im allgemeinen können die *Probleme des Gleitzaumes und der notwendigen Gangreserve*, wie wir noch erkennen werden, als gelöst betrachtet werden. Für die Lagerung der Schwingmassen ergeben sich einige Forderungen:

Es ist notwendig, daß die Schwingmasse an ihrem Drehpunkt sehr frei ist, um jede Bremsung ihrer Tätigkeit zu verhindern. Der Spielraum der Schwingmasse ist sehr gering, damit eine Berührung des Gehäusebodens vermieden wird. Die Drehlager der Rotoren variieren, entweder sind es doppelte Lager mit eingesetzten Steinen, die sich auf einem festen Drehzapfen drehen. Bei anderen Konstruktionen erfolgt die Drehung einer Achse, die in die Schwingmasse eingepreßt ist, zwischen zwei Lagern mit oder ohne Steine (Beryllium-Futter). In einigen Automatic-Uhren wird das *Kugellager angewendet*. Bei einem Eterna-Kaliber rollen die fünf Kugeln zwischen den Lagerflächen der Schwingmasse ohne Spiel. Dieses Kugellager läuft sich bei Gebrauch immer besser ein, es nützt sich dazu nicht ab. Außerdem ist es völlig bruchsicher, denn es enthält weder dünne Zapfen noch Lagersteine.

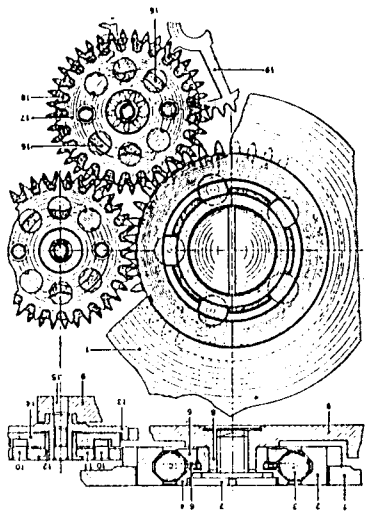


Abbildung 5: Kugellager der Schwingmasse mit Antriebsrädern

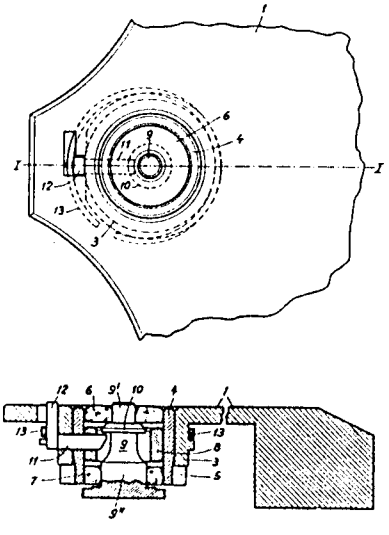


Abbildung 4: Steinlagerung der Schwingmasse

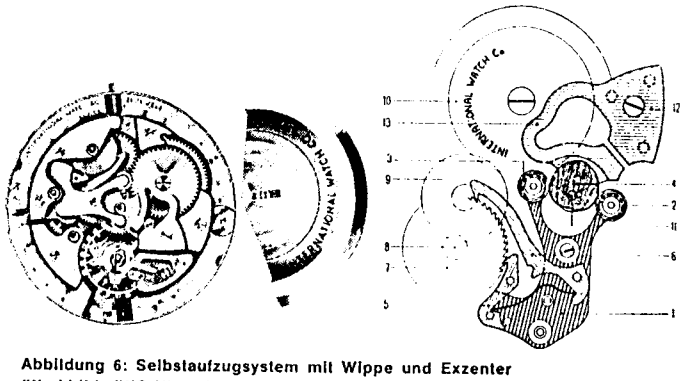


Abbildung 6: Selbstaufzugsystem mit Wippe und Exzenter (Werkbild: IWC-Uhrenfabrik, Schaffhausen)

Der Antrieb des Federhauses

Das richtige Funktionieren der Zugfeder ist *für den guten Gang einer Automatic-Uhr ausschlaggebend*. Aus diesem Grund verschließen sogar einige Uhrenfabriken ihre Federhäuser oder empfehlen den Uhrmachern, sie nicht zu öffnen. Im Falle einer Reparatur müßte dann das ganze Federhaus ersetzt werden.

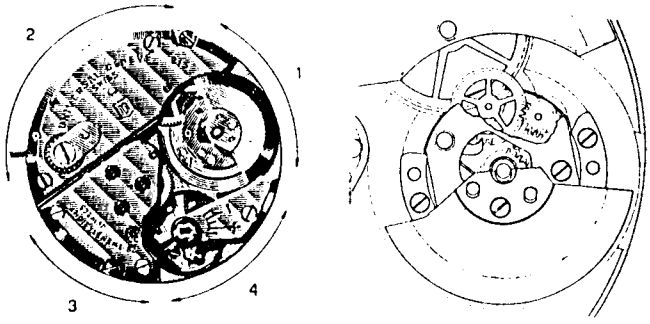


Abbildung 7: Selbstaufzugsystem mit Reduktions-Rädergetriebe (Werkbild: Universal-Uhrenfabrik, Genf)

So die technischen Anweisungen der IWC, die übrigens von vielen Uhrenfabriken herausgegeben werden. Sie stellen Informationsmöglichkeiten gar, die zu nutzen sind. In jeder Werkstatt sollte griffbereit ein Ordner vorhanden sein, in dem alle technischen und praktischen Hinweise dieser Art gesammelt sind. Das Studium solcher Anleitungen *vor* der Instandsetzung mancher Automatic-Uhr erspart Enttäuschungen. Service-Bücher, Technische Beschreibungen und Übersichtstabellen der Kaliber, Furnituren-Kataloge sind ebenfalls wichtige Hilfsmittel für den Reparateur. Solche kurzen und klaren Informationen, die man auch aus den Fachzeitschriften entnehmen kann, sind leicht zu beschaffen und führen die Wichtigkeit einer planmäßigen Koordinierung sämtlicher Arbeitsgänge vor Augen. Befolgt der Reparateur genau die Anweisungen dieser Service-Anleitungen und Reparaturhinweise, kann er versichert sein, daß die Wiederinstandsetzung eine Qualitätsarbeit darstellen wird, die den Kunden und ihn selber zufriedenstellt.

Der Abtrieb der Automatic-Uhr

Das Wort „Abtrieb" ist ein in der Uhrmacherei wenig geläufiger Begriff. Es stammt aus dem Wissengebiet der „Kinematik", das heute mit *Getriebelehre* zu umschreiben ist. Für den Konstrukteur der Automatic-Uhr bietet die Getriebelehre ein weites Arbeitsfeld, das sich wie bei jeder Erkenntniswissenschaft nach zwei Richtungen hin erstreckt: Die eine heißt Analyse (Getriebeanalyse, Feinwerkanalyse der Uhr), die andere Synthese (Getriebesynthese, Feinwerksynthese der Uhr). Hierbei kommen wir in das konstruktive Gebiet der Automat-Getriebe, das allein zu betrachten, besonders reizvoll wäre.

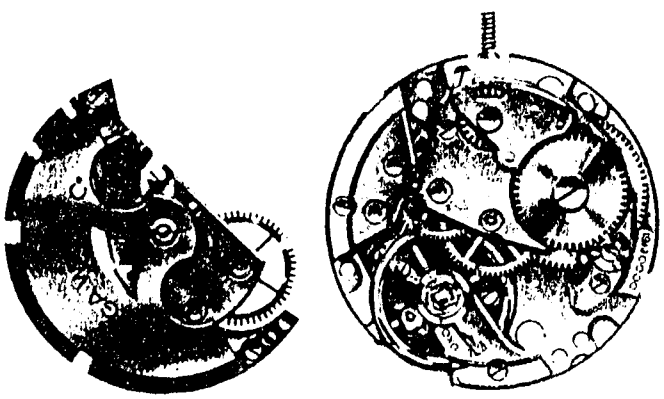


Abbildung 11: Basiswerk und Automatteil der OMEGA-Automatic Kaliber 661. (Werkbild: OMEGA-Uhrenfabrik, Biel) Der Automatenblock wird mittels zweier Schrauben und mit zwei Richtstiften auf der Werkplatte befestigt

Der automatische Aufzug bewirkt die Antriebsbewegung, das Aufziehen des „Federmotors" im Federhaus. *Die Abtriebsbewegung* erfolgt vom Federhaus aus über das Rädergetriebe, Hemmwerk an das Schwingsystem Unruh – Spiralfeder, das als Gangordner den Ablauf in genau bestimmter Zeit regelt. So nimmt die Federspannung beim Gang der Uhr allmählich ab. Das Elastizitätsmoment M einer Antriebsfeder wird ausgedrückt durch die Gleichung

$$M_D = \frac{E \cdot I}{12 \cdot l} \cdot \alpha$$

wobei α der Spannungswinkel Drehwinkel der ablaufenden Zugfeder ist. Die Elastizitätsziffer E, das Trägheitsmoment I und die Zugfederlänge bleiben beim Ablauf konstant. Bei der Automatic bleibt nun auch der Spannungswinkel α annähernd konstant. Der Ablauf der Zugfeder wird durch den fortwährenden Aufzug ergänzt und die Feder gibt eine ziemlich gleichmäßige Kraft ab. Bei einer gut gebauten Hemmung und korrekten Eingriffen ist bei der automatischen Armbanduhr die wichtigste Ursache der

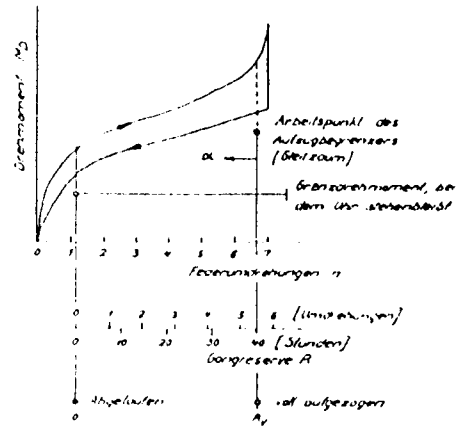


Abbildung 12: Vereinfachtes Zugfederdiagramm einer Automatic-Antriebsfeder

Unregelmäßigkeit beseitigt, nämlich die unregelmäßige Kraftabgabe der Zugfeder. Abbildung 12 zeigt den Arbeitspunkt des Gleitzaumes im Zugfederdiagramm einer Automatic und die Gangreserveskala.

Der Abtrieb erfolgt somit mit gleichmäßiger Kraftabgabe, die Abweichungen des Ganges werden geringer, da die Unruhschwingung amplitudengleich bleibt und der Temperaturfehler der Spiralfeder minimal ist. Durch besondere Feinstellungsmaßnahmen kann der *Isochronismusfehler noch weiter verringert* werden. Bei flachen Spiralfedern ist die innere Spiralansteckung in die Rich-

Montieren der automatischen Aufzugstelle Kal. 11½‴ 1716–1717

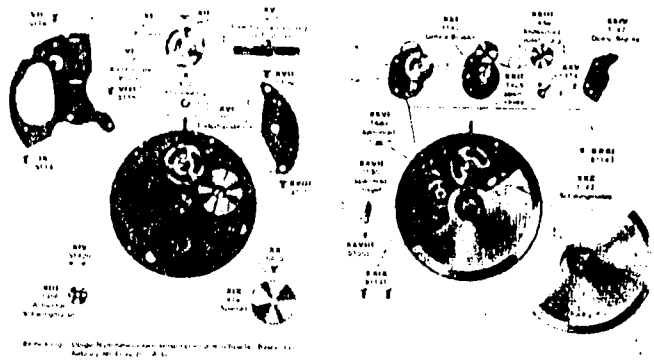


Abbildung 13: Montage-Anleitung einer Schweizer Automatic-Uhr (Werkbild: Uhrenfabrik A. Schild, Grenchen)

tung der äußeren Ansteckung zu legen, so daß die Anzahl der Spiralwindungen eine ganze Zahl ist. Bei Breguetspiralen hilft die Verformung der Endkurve in dem Sinne, daß sich die Spiralfeder nicht mehr ganz konzentrisch entwickelt. Sie soll eine leicht exzentrische Entwicklung in der Richtung aufweisen, die dem inneren Spiralfederansteckungspunkt in der Unruhmittellage entgegengesetzt ist.

Für die Automatic wäre *vom Standpunkt des Uhrenreparateurs* aus zu fordern:

– Vereinfachung des Automatteils, was ein Minimum an Reparaturen bedingt bei gleichzeitiger Erhöhung der Solidität des Aufzugssystems und Verbesserung der Aufzugsleistungen. Das will heißen *Verbesserung des Antriebs des Selbstaufzugs!*

– Trennung der verschiedenen Baugruppen des Werks und Baugruppen-Auswechselbarkeit, nämlich: Automatteil, Basiswerkgruppen wie Federhaus mit Schleppfeder, Räderwerk mit Hemmung und Schwingsystem Unruh – Spiralfeder. Das will heißen *leichtere Zugänglichkeit und einfacheres Reparieren!*

– Günstige Gesamtanordnung der Kaliber, um Aufzugsfedern mit großer Gangreserve (große Federhäuser!) und große Unruhen unterzubringen. Das will in dem Falle heißen *Verbesserung des Abtriebs!*

Mit der sicheren Funktion im Federhaus steht und fällt die automatische Armbanduhr!

Kompromisse gibt es hier nicht. Viele Jahre war das Automatic-Federhaus der Tummelplatz unglaublich schlauer Ideen und ich sehe mit befriedigender Genugtuung, daß man allgemein zum getrennten oder wenigstens zum *innen* angenieteten Gleitzaum zurückgekehrt ist. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß hier einer der Gründe liegt, warum die Automatic die Handaufzuguhr nicht mehr verdrängt hat.

Schenkt man dieser Stelle nicht seine ganze Aufmerksamkeit, so wird ein Unsicherheitsfaktor eingebaut, welcher den ganzen Artikel *beim Laien* in Mißkredit bringt.

Man möge sich daher mit der Tatsache befreunden, daß die Reparatur einer Automatic mit Datum *doppelt so viel Zeit* in Anspruch nimmt, als die einer normalen Handaufzuguhr; erst recht dann, wenn man die Kontrollarbeit nach der Überholung in Rechnung stellt.

Professor *Dr. Lange* prägte einstmals den Satz: *„Das Regulieren einer Uhr beginnt beim Federhaus."*

Wollen wir also dieses edle Teil mit seinen Innereien unter die Lupe nehmen. Eine Automatic benötigt *wie jede andere Uhr die* stärkste Zugfeder, welche jedoch in allen Aufzugsphasen das Prellen der Unruh ausschließt. Ist nun diese Zugfeder ganz aufgezogen, dann, aber wirklich erst dann darf die Schleppfeder in Tätigkeit treten. Dies soll mit kaum spürbarem Übergang geschehen.

Mit kaum spürbarem Übergang! – „Schön wär's."

PRÜFEN: Der Uhrmacher am Werktisch, der sich mit allen möglichen Fabrikaten befassen muß, hat nur die Möglichkeit, das Federhaus in der Hand zu prüfen. Der jahrelang geübte Tastsinn meiner Kollegen dürfte hier auf keine zu harte Anforderung gestellt sein. Spezialklöbchen helfen uns den Federkern halten, das Federhaus nimmt man zwischen Daumen und Zeigefinger, um so die Zugfeder zu spannen. (Finger bitte vorher in Benzin reinigen oder Seidenpapier benutzen, Schmutz kommt ins Minutentrieb!)

Mit einem lupenbewaffneten Argusauge schaut man durch das Loch im Federhausdeckel, um die geringste Bewegung der Schleppfeder zu erkennen. Ist das Gleitmoment zufriedenstellend und der Übergang geschmeidig, *so zählt man unbedingt die verbleibenden Federhausumdrehungen zurück* (Je nach Hersteller ca. 6). Treffen Sie hier den Idealzustand an, so haben Sie Grund genug, sich zu freuen, denn meist heißt es: „Feder nochmal raus, Schleppfeder raus" und das nicht selten dreimal und öfter.

Offene Federhäuser (PUW, Felsa usw.) müssen auch geprüft werden. Man nimmt den Drehstuhl zuhilfe oder macht sich *ein Spezialwerkzeug* aus einem PUW-Federkern mit angenietetem Sperrad.

Sperrad ausschenkeln wie einen dreiteiligen Propeller, Stiel anlöten oder nieten – fertig.

Welche Möglichkeit hat der Uhrmacher, das Gleitmoment zu beeinflussen?

Nachdem ich sieben verschiedene Schmiermittel im Lauf der letzten vierzehn Jahre am Gleitzaum ausprobiert habe und auch Gelegenheit hatte, ihre Wirkung wieder zu prüfen, bin ich heute, 1965, der Überzeugung, daß *normales ungefärbtes Remontoirfett richtig ist.*

WALTER BABOS

ÄRGER MIT DEM GLEITMOMENT

Bevor ich mich auf ein ganz bestimmtes Teil konzentriere, erlaube ich mir eine etwas nüchterne und respektlose Betrachtung der automatischen Armbanduhr. *Was verbirgt sich hinter dem Zauberwort: „Automatic"?*

Zunächst ist sie mal *eine ganz normale Uhr*, wie es bereits Millionen gibt, gute und nicht wenig schlechte, hochgezüchtete, von Legenden umwobene Uhren, und solche, die man Freunden empfiehlt, Freunden, die nicht zu viel Geld haben.

Unter „Automat"? Er ist eine Zusatzeinrichtung!

Der Automat veredelt eine Uhr nicht, er vervollständigt sie!

Er ist eine sehr nützliche, angenehme Einrichtung, welche zwar ein *sehr temperamentvolles*, aber doch ein Eigenleben führt, mit Ausnahme eines gemeinsamen Teils, an welchem die Aufgabe des einen Mechanismus endet und die des anderen beginnt.

Im Jahre 1950 war noch Pionierzeit und großes Geheimnis um die Automatic, weil keiner noch so richtig wußte, wie der Hase läuft. Da kaufte man sich den weichsten Bleistift, den es gab, schabte seine Mine zu Pulver und rührte es mit Remontoirfett zu Brei. Diese Masse wurde allgemein *nur an der Federhauswand* verwendet, bei besonders widerspenstigen Schleppfedern. Später wurden Graphitschmiermittel fertig angeboten, was viele Remonteure und Uhrmacher dazu veranlaßte, auch die ganze Zugfeder mit dieser schwarzen Brühe zu beglücken.

Vorteil war dies keiner, wohl aber konnte man nach einiger Zeit an den Federkernlagern eine beachtliche Wirkung feststellen. Der Austritt aus dem Federhauslager in Verbindung mit seiner Schleifwirkung ließ sich *nicht mehr verheimlichen*. Oh Verzeihung, Graphit schleift nicht, Graphit glättet! Er glättet die Galvanisierung von der Federhauswand, glättet die Anlaßfarbe von der Zugfeder und er glättet die Federkernlager, bis das Federhaus schief steht.

Dies ist keine Theorie, sondern hundertmal erlebte Praxis.

Der Verfasser bekennt offen seine Allergie bei allen schwarzen und stark gefärbten Schmiermitteln auf dem Gebiet der Kleinuhr.

Heute: Namhafte zünftige Uhrenfabrikanten haben zweifellos das Problem „Gleitmoment" zu dem ihren gemacht und in Erkenntnis der Notwendigkeit wiederum enorme Forderungen an die Federfabrikanten gestellt. Ich weiß von diesen Zusammenhängen nichts, *ich ahne nur* die Genauigkeit, mit der jetzt in den Walzwerken gearbeitet wird. Es nötigt mir allerhand Respekt ab, zumal bei alldem die Umstellung auf kaltgewalzte nimmermüde Federn, auch noch dazwischen liegt. Abmessungen der Klingenstärke von 1/100 zu 1/100 mm genügen längst nicht mehr, Unterschiede von 0,0025 mm registriert man heute auch schon im Reparaturhandwerk.

Bemerken wir weiter die Existenz von eloxierten Alu-Federhäusern in durchaus hochwertigen Automatic-Armbanduhren, der außergewöhnlichen Härte wegen dürften sie *unverwüstlich* sein. Das automatische Federhaus, wie es heute von gewissenhaften Remonteuren eingebaut wird, dürfte uns kaum noch in dem Maße Kummer bereiten, wie es bisher der Fall war. Wir gehen also herrlichen Zeiten entgegen und werden uns inzwischen noch etwas mit alten Sünden herumplagen (prüfen, Umgänge zählen und schmieren), aber bald wird das Miniaturabenteuer keines mehr sein – es funktioniert!

Mit der sicheren Funktion im Federhaus steht und fällt die automatische Armbanduhr!

Kompromisse gibt es hier nicht. Viele Jahre war das Automatic-Federhaus der Tummelplatz unglaublich schlauer Ideen und ich sehe mit befriedigender Genugtuung, daß man allgemein zum getrennten oder wenigstens zum *innen* angenieteten Gleitzaum zurückgekehrt ist. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß hier einer der Gründe liegt, warum die Automatic die Handaufzuguhr nicht mehr verdrängt hat.

Schenkt man dieser Stelle nicht seine ganze Aufmerksamkeit, so wird ein Unsicherheitsfaktor eingebaut, welcher den ganzen Artikel *beim Laien* in Mißkredit bringt.

Man möge sich daher mit der Tatsache befreunden, daß die Reparatur einer Automatic mit Datum *doppelt so viel Zeit* in Anspruch nimmt, als die einer normalen Handaufzuguhr; erst recht dann, wenn man die Kontrollarbeit nach der Überholung in Rechnung stellt.

Professor *Dr. Lange* prägte einstmals den Satz: *„Das Regulieren einer Uhr beginnt beim Federhaus."*

Wollen wir also dieses edle Teil mit seinen Innereien unter die Lupe nehmen. Eine Automatic benötigt *wie jede andere Uhr die* stärkste Zugfeder, welche jedoch in allen Aufzugsphasen das Prellen der Unruh ausschließt. Ist nun diese Zugfeder ganz aufgezogen, dann, aber wirklich erst dann darf die Schleppfeder in Tätigkeit treten. Dies soll mit kaum spürbarem Übergang geschehen.

Mit kaum spürbarem Übergang! – „Schön wär's."

PRÜFEN: Der Uhrmacher am Werktisch, der sich mit allen möglichen Fabrikaten befassen muß, hat nur die Möglichkeit, das Federhaus in der Hand zu prüfen. Der jahrelang geübte Tastsinn meiner Kollegen dürfte hier auf keine zu harte Anforderung gestellt sein. Spezialklöbchen helfen uns den Federkern halten, das Federhaus nimmt man zwischen Daumen und Zeigefinger, um so die Zugfeder zu spannen. (Finger bitte vorher in Benzin reinigen oder Seidenpapier benutzen, Schmutz kommt ins Minutentrieb!)

Mit einem lupenbewaffneten Argusauge schaut man durch das Loch im Federhausdeckel, um die geringste Bewegung der Schleppfeder zu erkennen. Ist das Gleitmoment zufriedenstellend und der Übergang geschmeidig, *so zählt man unbedingt die verbleibenden Federhausumdrehungen zurück* (Je nach Hersteller ca. 6). Treffen Sie hier den Idealzustand an, so haben Sie Grund genug, sich zu freuen, denn meist heißt es: „Feder nochmal raus, Schleppfeder raus" und das nicht selten dreimal und öfter.

Offene Federhäuser (PUW, Felsa usw.) müssen auch geprüft werden. Man nimmt den Drehstuhl zuhilfe oder macht sich *ein Spezialwerkzeug* aus einem PUW-Federkern mit angenietetem Sperrad.

Sperrad ausschenkeln wie einen dreiteiligen Propeller, Stiel anlöten oder nieten – fertig.

Welche Möglichkeit hat der Uhrmacher, das Gleitmoment zu beeinflussen?

Nachdem ich sieben verschiedene Schmiermittel im Lauf der letzten vierzehn Jahre am Gleitzaum ausprobiert habe und auch Gelegenheit hatte, ihre Wirkung wieder zu prüfen, bin ich heute, 1965, der Überzeugung, daß *normales ungefärbtes Remontoirfett richtig ist.*

Sollte z. B. die Schleppfeder etwas zu stark, bzw. der Gleitübergang spürbar kraß sein (Uhr prellt bei Vollaufzug), so leitet der gewissenhafte Reparateur besser *eine kleine Behandlung der Schleppfeder* ein, als den angenehmeren Weg der Superschmierung zu gehen. Man nehme getrost eine Schmirgelfeile, um den Anfang und das Ende der Schleppfeder zu verrunden. Polieren der Gleitfläche wirkt oft Wunder.

Der Gleitzaum muß wie ein Ski an der Federhauswand laufen – jahrelang! Er soll über das Fett gleiten und nicht sein Schmiermittel von der Wand schaben und vor sich herschieben.

Gleitet die Schleppfeder zu früh (Gangdauer wird verkürzt und in Frage gestellt), so dürfte ein neuer Gleitzaum *die gesündeste Abhilfe* sein. Bei vernieteten Zugfedern natürlich beides. Ein in Pforzheim verwendetes Schmiermittel hat hier eine radikale Wirkung – es klebt wie Honig.

Aus der Mottenkiste

Im Jahre 1950 war noch Pionierzeit und großes Geheimnis um die Automatic, weil keiner noch so richtig wußte, wie der Hase läuft. Da kaufte man sich den weichsten Bleistift, den es gab, schabte seine Mine zu Pulver und rührte es mit Remontoirfett zu Brei. Diese Masse wurde allgemein *nur an der Federhauswand* verwendet, bei besonders widerspenstigen Schleppfedern. Später wurden Graphitschmiermittel fertig angeboten, was viele Remonteure und Uhrmacher dazu veranlaßte, auch die ganze Zugfeder mit dieser schwarzen Brühe zu beglücken.

Vorteil war dies keiner, wohl aber konnte man nach einiger Zeit an den Federkernlagern eine beachtliche Wirkung feststellen. Der Austritt aus dem Federhauslager in Verbindung mit seiner Schleifwirkung ließ sich *nicht mehr verheimlichen.* Oh Verzeihung, Graphit schleift nicht, Graphit glättet! Er glättet die Galvanisierung von der Federhauswand, glättet die Anlaßfarbe von der Zugfeder und er glättet die Federkernlager, bis das Federhaus schief steht.

Dies ist keine Theorie, sondern hundertmal erlebte Praxis.

Der Verfasser bekennt offen seine Allergie bei allen schwarzen und stark gefärbten Schmiermitteln auf dem Gebiet der Kleinuhr.

Heute: Namhafte zünftige Uhrenfabrikanten haben zweifellos das Problem „Gleitmoment" zu dem ihren gemacht und in Erkenntnis der Notwendigkeit wiederum enorme Forderungen an die Federfabrikanten gestellt. Ich weiß von diesen Zusammenhängen nichts, *ich ahne nur* die Genauigkeit, mit der jetzt in den Walzwerken gearbeitet wird. Es nötigt mir allerhand Respekt ab, zumal bei alldem die Umstellung auf kaltgewalzte nimmermüde Federn, auch noch dazwischen liegt. Abmessungen der Klingenstärke von 1/100 zu 1/100 mm genügen längst nicht mehr, Unterschiede von 0,0025 mm registriert man heute auch schon im Reparaturhandwerk.

Bemerken wir weiter die Existenz von eloxierten Alu-Federhäusern in durchaus hochwertigen Automatic-Armbanduhren; der außergewöhnlichen Härte wegen dürften sie *unverwüstlich* sein. Das automatische Federhaus, wie es heute von gewissenhaften Remonteuren eingebaut wird, dürfte uns kaum noch in dem Maße Kummer bereiten, wie es bisher der Fall war. Wir gehen also herrlichen Zeiten entgegen und werden uns inzwischen noch etwas mit alten Sünden herumplagen (prüfen, Umgänge zählen und schmieren), aber bald wird das Miniaturabenteuer keines mehr sein – es funktioniert!

Energiequelle und Energieübertragung der mechanischen Armbanduhr

H. KOCHER

Energieübertragung und Information sind in der Uhr parallelgeschaltet. Der erste Aspekt führt zum Wirkungsgrad, während der zweite durch die Ganggenauigkeit geprägt wird. Steht eine ausreichende Energiequelle (Handaufzug) zur Verfügung, so genügt zu einem guten Gang *ein möglichst konstanter Wirkungsgrad* über die ganze Betriebsdauer. Die Uhr mit Selbstaufzug, vor allem, wenn sie in einem kleinen Volumen untergebracht werden soll, ist zudem auf einen hohen Wirkungsgrad der Energieübertragung angewiesen.

Das Funktionsschema der Tabelle 1 gibt für die gebräuchlichen mechanischen Armbanduhren Auskunft über den Energiefluß, die möglichen Informationen und den notwendigen Unterhalt. Auffallend ist das reichhaltige Angebot an Informationen, welches von der Sekunde bis zum Datum reicht und mit bescheidenem Aufwand realisiert werden kann. *Die anspruchslose Wartung, die Zuverlässigkeit und große Lebensdauer* sind die hauptsächlichsten Vorzüge mechanischer Uhren.

Tabelle 1

Funktionsschema mechanischer Kleinuhren

Aspekt	Uhrentyp	Uhr mit Handaufzug	Uhr mit Selbstaufzug
Energiefluß in der Uhr	Energie-Quelle	Fingerbewegungen	Armbewegungen
	Energie-Wandler	Getriebe zwischen Aufzugwelle und Federkern	Aufnehmer, Gleichrichter und Getriebe zum Federkern
	Energie-Speicher	Zugfeder mit Haken	Zugfeder mit Rutschkupplung
	Motor	Federhaus	
	Energie-Übertragung	Räderwerk	
	Regler	Mechanische Hemmung	
	Zeitnormal	Drehschwinger: Unruh – Spiralfeder	
Information	Anzeige	Zifferblatt; bewegliche Zeiger; bewegliche Scheiben	
	Einheiten der Anzeige	Sekunde; Minute; Stunde; Tag; Datum	
Unterhalt	Wartung	Handaufzug alle 24 Stunden	Tägliche Ausführung einer Anzahl von Armbewegungen
	Justierung	Je nach Qualität der Uhr und Ansprüchen des Trägers Zeigerstellung einmal pro Woche bzw. pro Monat	
	Pflege	Reinigung und Schmierung alle paar Jahre	

Die Uhr mit Handaufzug hat eine genügend große, aber nicht immer zuverlässige Energiequelle zur Verfügung. Da auch die Uhr mit Selbstaufzug fast immer mit einem Handaufzug ausgerüstet ist, können wir unsere Betrachtungen *auf die automatische Uhr* beschränken.

Als kostenlose Energiequelle der automatischen Uhr stehen die ohnehin vorhandenen Armbewegungen des Trägers zur Verfügung. Die technische Nutzbarmachung dieser Armbewegungen geschah zuerst rein empirisch. Dabei fanden „Faustregeln" Anwendung, die häufig ebenso einfach wie falsch waren. Beispielsweise wurde ein großes Trägheitsmoment des Aufnehmers und als ideale Untersetzung zwischen Rotor und Federkern ein Verhältnis 150 : 1 gefordert. Wenn die automatische Uhr trotz dieser etwas primitiv anmutenden Kenntnisse der Grundlagen *heute unter den tragbaren Zeitmeßgeräten eine führende Stellung* einnimmt, so ist dieser Umstand vor allem der großen Schar von Praktikern zu verdanken, die in vierzigjährigen Bemühungen das heutige Spitzenprodukt geschaffen haben. Dabei wurde jede Zwischenlösung zum Anlaß, die hergebrachten Systeme zu verbessern. Der Träger wurde nicht nur von Routinearbeit und bewußter Wartung befreit, sondern dank konstanterem Antrieb wurde eine Ganggenauigkeit erreicht, welche vereinzelt Spitzenwerte von einer Sekunde pro Tag übertrifft.

1. DIE ARMBEWEGUNGEN ALS ENERGIEQUELLE

Bevor an die Nutzbarmachung der Armbewegungen als Energiequelle gedacht werden darf, müssen über die Häufigkeit und den Verlauf dieser Bewegungen zuverlässige Unterlagen bestehen. Seit dem letzten internationalen Kongreß für Chronometrie bemühen sich die Herren *German* (1) (4), *Franze* (3), *Simsch* (5) *und der Verfasser* (2) (6) um die Klärung der Betriebsbedingungen der am Arm getragenen Uhr. Dieser Energiequelle kommt noch eine besondere Bedeutung zu, da sie für jeden Schwinger einen Störfaktor darstellt.

Die Bestimmung der Größe und Anzahl der täglich zu erwartenden Beschleunigungen ist *eine statistische Aufgabe*, welche lediglich Aussagen über Wertbereiche und Wahrscheinlichkeiten zuläßt. Zwar grenzt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer minimalen Bewegungsenergie an Sicherheit, doch müssen für die Berechnung automatischer Aufzüge die zu erwartenden Bewegungsabläufe bei ruhigen und lebhaften Trägern bekannt sein. Eine solche Untersuchung sollte sich zudem auf Frauen und Männer und auf verschiedene Völker der Erde erstrecken, denn die Uhr richtet sich an einen großen Kreis anonymer Kunden. Hier ist noch eine umfangreiche Grundlagenforschung zu leisten.

Auf Grund der bereits vorliegenden Ergebnisse können die Angaben der Tabelle 2 gemacht werden. Da diese Mittelwerte bereits stark streuen, muß ein automatischer Aufzug, den individuellen Bedürfnissen entsprechend, *sehr anpassungsfähig* sein.

Tabelle 2

Mittelwerte der von Männern ausgeführten Armbewegungen

	ruhige Träger	lebhafte Träger
Häufigste Beschleunigungswerte	0,75 – 1 g	1 – 1,25 g
Anzahl der täglichen Beschleunigungen	5000	20 000
Dauer der einzelnen Beschleunigung	0,1 bis 0,4 Sek.	0,01 bis 0,4 Sek.

Die Unterlagen der Tabelle 2 sind für die mathematische Untersuchung automatischer Aufzüge nicht ausreichend, denn dafür muß der gesetzmäßige Verlauf der Armbeschleunigungen bekannt sein. Beim Aufzug durch Lageänderungen im Schwerefeld verursacht das Gewicht des Aufnehmers ein antreibendes Moment. Dieser Fall ist *daher gleichwertig* mit dem Fall einer konstanten Armbeschleunigung. Die konstante Beschleunigung soll so lange andauern, bis ein Hub des Rotors beendet ist. Für den Aufzug durch Armbeschleunigungen wurde in den Arbeiten (7) das Gesetz

$$b = b_0 \cos \Omega t$$

für die erste Cosinushalbwelle angenommen. Dabei soll die Beschleunigung für größere Werte von t Null sein.*)

In Abbildung 1 ist links für den Lageaufzug und rechts für den Beschleunigungsaufzug der Verlauf von Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in Funktion der Zeit aufgetragen. Weitere Untersuchungen der Armbewegungen müssen abklären, *ob und wie häufig* diese mathematischen Modelle in Wirklichkeit auftreten.

Aufzug durch konstante Beschleunigung

$b = \text{const.} = b_0$

Beschleunigungsaufzug

$b = b_0 \cos \Omega t \quad 0 < t < \frac{\pi}{\Omega}$

$b = 0 \quad t > \frac{\pi}{\Omega}$

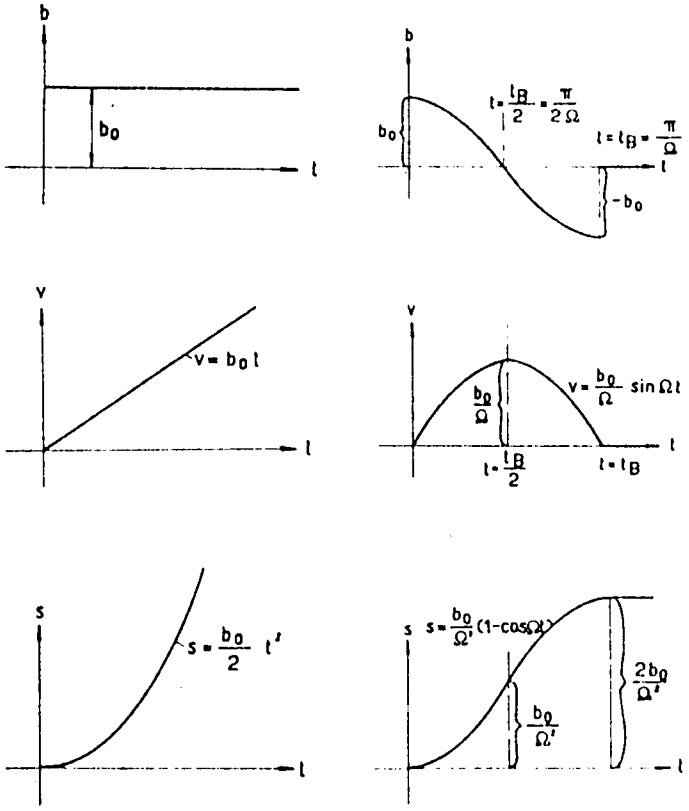


Abbildung 1: Mathematische Modelle der Armbewegungen

*) In obiger Gleichung bedeutet b die Beschleunigung zur Zeit t, b_0 die Beschleunigung zu Beginn der Bewegung (t = 0) und Ω die Kreisfrequenz.

2. DIE ENERGIEWANDLER IM AUTOMATISCHEN AUFZUG

21 Der Aufnehmer

Dieser hat die Aufgabe, die Bewegungen des Uhrenträgers in eine *zur Spannung der Zugfeder* geeignete Drehbewegung umzuwandeln. Im Verlaufe der letzten vierzig Jahre hat sich der Aufnehmer im wesentlichen von einer zwischen Pufferfedern bewegten Schwungmasse zum heute allgemein üblichen Rotor entwickelt.

Die *Wahl des optimalen Aufnehmers* sollte eigentlich durch den Wirkungsgrad der Energieumwandlung zwischen Uhrenträger und Aufnehmer gegeben sein. Dieser Wirkungsgrad fällt bei verschiedenen Trägern je nach Bewegungsablauf unterschiedlich aus. Legt man einer solchen Betrachtung das Gesamtgewicht der Uhr (ca. 20 bis 50 gr) oder das Gewicht des Aufnehmers (ca. 2 bis 3 gr) zugrunde, so erhält man Wirkungsgrade in der Größenordnung von 0,2 bis 4 Prozent. Da auch ein schweres Armband ohne Behinderung des Trägers mitgetragen werden kann, scheinen hier *noch Möglichkeiten zu Leistungssteigerungen* vorhanden zu sein.

Heute hat sich der *in beiden Drehrichtungen* Aufzugsarbeit leistende Rotor allgemein durchgesetzt. Diese Anordnung hat sich besonders deshalb als günstig erwiesen, weil die Zugfeder gleichzeitig die Aufgabe der Pufferfedern übernehmen kann und damit störende Erschütterungen des Uhrwerks ausgeschlossen werden.

Umfangreiche Untersuchungen über die *optimale Formgebung von Rotoren* (7), beim Auftreten konstanter Armbeschleunigungen oder für den Fall des Lageaufzuges haben gezeigt, daß die Größe der Aufzugsarbeit im wesentlichen vom Drehmoment des Rotors abhängig ist. Das Trägheitsmoment des Rotors bestimmt lediglich die Zeit, welche der Rotor braucht, um seine Bewegung auszuführen, und zwar ist bei konstanter Beschleunigung die pro Hub verstrichene Zeit proportional zur Quadratwurzel aus dem Trägheitsmoment. Ein Rotor mit kleinem Trägheitsmoment wird schneller beschleunigt als einer mit großem Trägheitsmoment, kommt aber dafür auch rascher wieder zur Ruhe, so daß der durchlaufene Winkel, der ja für die Größe der Aufzugsarbeit maßgebend ist, in beiden Fällen gleich groß ausfällt.

Im Falle veränderlicher Armbeschleunigungen; z. B. von der Form

$$b = b_0 \cos \Omega t$$

sind die *Verhältnisse komplizierter*. Für Anfangslagen des Rotors zur Beschleunigungsrichtung von −60° bis +60° braucht der Rotor für eine Drehung folgende Zeiten:

Kleines Trägheitsmoment (ca. 60 g mm²) 0,1 bis 0,2 Sek.
Großes Trägheitsmoment (ca. 300 g mm²) 0,2 bis 0,5 Sek.

Befindet sich der Rotor in einer der Beschleunigungsrichtung entgegengesetzten Ausgangslage ($\alpha = 0$), so wird die *Zeit unendlich*.

Ein Vergleich dieser Zeiten mit der Frequenz der Armbewegung zeigt, daß es zweckmäßig ist, *das Trägheitsmoment nicht zu groß zu wählen*, denn sonst wird die Zeit für eine Rotorbewegung zu groß, und eine neue Armbeschleunigung kann auftreten, bevor der Rotor seine Bewegung abgeschlossen hat. Die erste Beschleunigung kann dann nicht voll ausgenützt werden. Der Rotor soll bei großem Drehmoment ein möglichst kleines Trägheitsmoment aufweisen.

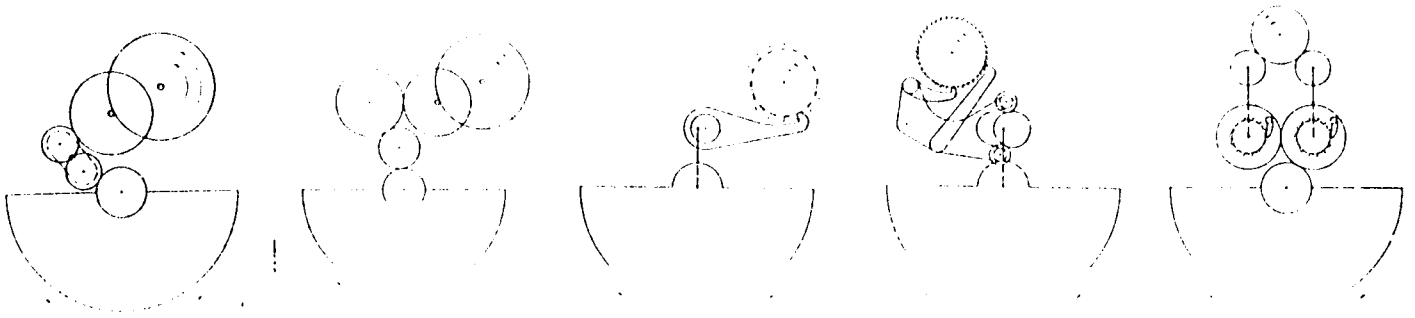
22 Die mechanischen Gleichrichter

Die in beiden Drehrichtungen möglichen Rotorbewegungen müssen gleichgerichtet zur Zugfeder geleitet werden. Die Notwendigkeit, jede Rotorbewegung in Aufzugsarbeit umzuwandeln, hat die Entwicklung mechanischer Gleichrichter *stark beeinflußt*. Dabei haben sich die in Abbildung 2 dargestellten grundsätzlichen Bauformen herausgebildet. Prinzipiell lassen sich folgende drei Gruppen unterscheiden:

a) *Wechselweises Einschwenken* von Zahnrädern nach den Abbildungen 2a und 2b.

b) *Kurvengetriebe* nach den Abbildungen 2c und 2d.

c) *Freiläufe* nach den Abbildungen 2e und 2f.



a b c d e

Abbildung 2

Von jedem Prinzip sind *verschiedene Ausführungsformen* bekannt geworden, die zum Teil durch Patente geschützt sind. Beispielsweise wurde das Gleichrichterrad in Ausführung 2b verschieden gelagert. Bei Kurvengetrieben wird das Spiel zwischen Kurve und

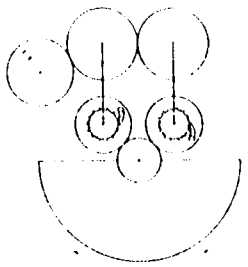


Abbildung 2 f

Hebel auf verschiedene Arten unterdrückt. Bei den Freiläufen nach 2e und 2f finden sowohl kraftschlüssige (Rollen) wie formschlüssige (Klinken) Mitnehmer Anwendung. Diese Miniaturfreiläufe sind *wahre Meisterleistungen der Mikromechanik*. Je nach Kombination können für einen Gleichrichter zwei vollkommen gleiche (2e) oder zwei ungleiche (2f) Freiläufe verwendet werden.

Um den Rücklauf des Aufzugsgetriebes zu verhindern, müssen die Gleichrichter der ersten zwei Gruppen mit einer Sperrklinke ausgerüstet werden. Bei Freiläufen übernimmt *abwechselnd* einer der Freiläufe die Funktion der Rücklaufsperre.

Gleichrichter für automatische Aufzüge müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

a) *Große Lebensdauer* bei wartungsfreiem Dauerbetrieb.

b) *Aufnahme großer Belastungen* bei Stößen.

c) *Geringes Lösemoment* bei Drehsinnänderungen.

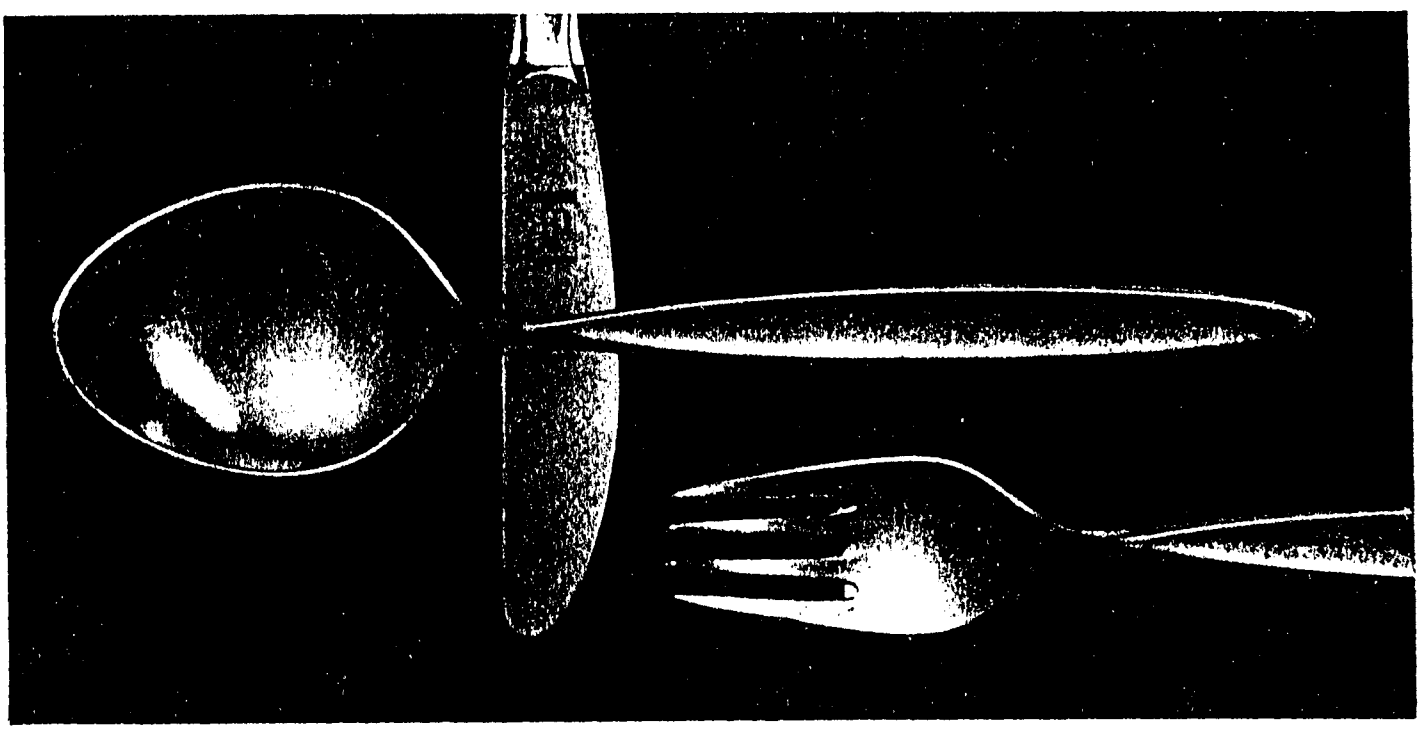
d) *Annähernd gleicher Wirkungsgrad* in beiden Drehrichtungen.

e) *Optimaler verlorener Weg* bei Drehsinnänderungen.

f) *Große Leerlaufgeschwindigkeit* ohne Abnutzung. (Diese Bedingung gilt nur für Freiläufe, die beim Handaufzug nicht ausgekuppelt werden).

g) *Kleines Leerlaufmoment.*

h) *Geringer Raumbedarf* bei flacher Bauweise.



BRUCKMANN

PALACE

Höchste Auszeichnungen für BRUCKMANN PALACE

Eine internationale Jury verlieh diesem Besteck das Prädikat „Formschönes Industrie-Erzeugnis". Der Verbraucher hat sich für dieses Modell entschieden; das beweisen unsere Verkaufszahlen.

BRUCKMANN PALACE 90 g vers., glänzend und Echtsilber 800/000, poliert besonders repräsentativ in der wertvollen Geschenk-Kassette. Messerklingen aus echtem UHB-Schwedenstahl, dauerhafte Auflageverstärkung bei 90 g versilbertem Besteck.

P. Bruckmann & Söhne, Silberwarenfabrik, 71 Heilbronn

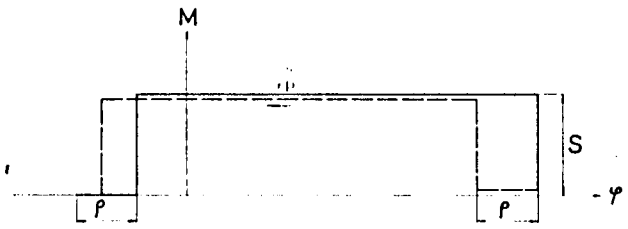


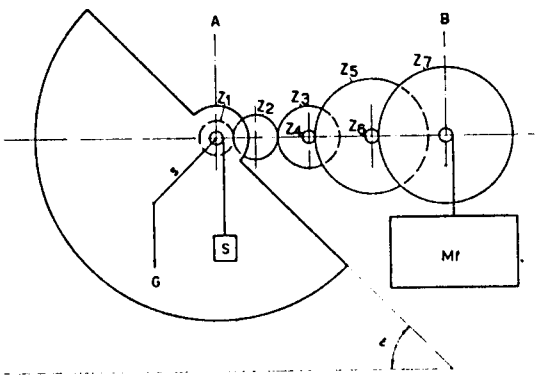
Abbildung 2 g

Bei Drehsinnänderungen tritt *in jedem Gleichrichter* ein verlorener Weg auf. In Abbildung 2g bedeutet φ den Drehwinkel des Rotors und M das von der Zugfeder herrührende Moment, das für unsere Betrachtungen während einer Rotorbewegung den konstanten Betrag S aufweisen soll. Nach Umkehr der Bewegungsrichtung des Rotors setzt das Moment S erst ein, nachdem der Totwinkel ϱ durchlaufen ist. Wir werden später den optimalen Wert von ϱ untersuchen. Ausgeführte Gleichrichter haben Totwinkel zwischen 20° und 30°. Eine Konstruktion nach 2b gestattete die Reduktion dieses Winkels auf 7°.

Die Ansprüche, welche an mechanische Gleichrichter der Uhr gestellt werden, sind groß; denn pro Jahr treten etwa 10^6 bis 10^7 Lastwechsel auf. Die Geschwindigkeit, mit der die Belastung einsetzt und zurückgeht, sowie die Größe dieser Belastung variieren stark. *Die Wahl der geeigneten Gleichrichter* ist für die Qualität des automatischen Aufzuges von entscheidender Bedeutung. Sie kann mit Sicherheit erfolgen, wenn über alle Voraussetzungen, die für einen verschleißlosen Betrieb nötig sind, exakte Unterlagen vorliegen. Auch in diesen Fragen muß noch viel Forschungsarbeit geleistet werden, bis alle Zusammenhänge geklärt sind.

23 Das Getriebe zwischen Rotor und Zugfeder

In Abbildung 3 ist A die Welle des Rotors und B diejenige des Federkerns. Ein beliebiges Drehmoment der Zugfeder M_f hat auf die Rotorwelle reduziert den Wert S. Wir bezeichnen mit s den



$$i = \frac{Z_3\ Z_5\ Z_7}{Z_1\ Z_1\ Z_6}$$

$$s = \frac{Mf}{\eta\ i}$$

$$Mr = G\ s\ \sin\varepsilon$$

$$\eta = \frac{Mf}{i\ G\ s\ \sin\varepsilon}$$

Abbildung 3: Gleichgewichtslage zwischen Rotor und Zugfeder

Schwerpunkt und mit G das Gewicht des Rotors. Die Untersetzung i in Richtung des Kraftflusses, vom Rotor zum Federkern, ist meist durch die Zähnezahlen des Getriebes gegeben und beträgt

$$i = \frac{Z_3}{Z_1}\ \frac{Z_5}{Z_1}\ \frac{Z_7}{Z_6}$$

zwischen den Drehmomenten S und M_f besteht die Beziehung

$$S = \frac{M_f}{\eta\ i}$$

worin η *den Wirkungsgrad* des Getriebes angibt.

Bei langsamen Drehungen (beispielsweise zwei Umdrehungen pro Minute) des Uhrwerkes um die Rotorwelle stellt sich zwischen dem Drehmoment des Rotors und demjenigen der Zugfeder *eine Gleichgewichtslage* ein. Der Rotor wird sich dabei gegenüber der Horizontalen um einen Winkel ε schräg stellen. Nach Überwindung der Ruhereibung und der Rücklaufsperre dreht der Rotor ruckartig auf einen Winkel ε_0. Die Differenz ε minus ε_0 ist bei guten Gleichrichtern nicht größer als 15°.

Das Drehmoment M_r des Rotors beträgt

$$M_r = G\ s\ \sin\varepsilon$$

Da sich die Drehmomente S und M_r das Gleichgewicht halten, ist $S = M_r$

somit

$$\eta = \frac{M_f}{i\ G\ s\ \sin\varepsilon}$$

Die Untersuchung verschiedener Uhrwerke ergibt *einen Wirkungsgrad für das Getriebe zwischen Rotor und Zugfeder* von 35% bis 60%. Die besten Werte können wohl kaum noch gesteigert werden, denn fünf Eingriffe zu je 90% ergeben 59% Wirkungsgrad. Dagegen läßt sich ein Wirkungsgrad von 35% bestimmt noch verbessern.

3. DER ENERGIESPEICHER

Der Wirkungsgrad der Zugfeder beträgt bekanntlich 75% bis 95% und kann nicht mehr gesteigert werden. Dagegen konnte die Energiedichte auf über 1 Joule/cm³ verbessert werden, und *die Speichermöglichkeit*, welche durch die Gangreserve bei Vollaufzug gegeben ist, wuchs von 36 über 44 auf mehr als 50 Stunden.

Das Federhaus der Uhr mit Selbstaufzug ist *in der Regel mit einer Rutschkupplung ausgerüstet*, welcher die selbsttätige Regelung des höchstzulässigen Drehmomentes und die Sicherstellung einer minimalen Windungszahl der Zugfeder zufällt. Dieses Organ wird oft als schwache Stelle des Selbstaufzuges angesehen; wir werden zeigen, daß hier durch richtige Abstimmung zwischen Zugfeder und Rotor viel verbessert werden kann.

Das Federdrehmoment verläuft entsprechend Abbildung 4, und wir haben dasjenige Drehmoment M_a der Zugfeder zu definieren, auf welches der Rotor optimal abzustimmen ist. Zur Schonung der

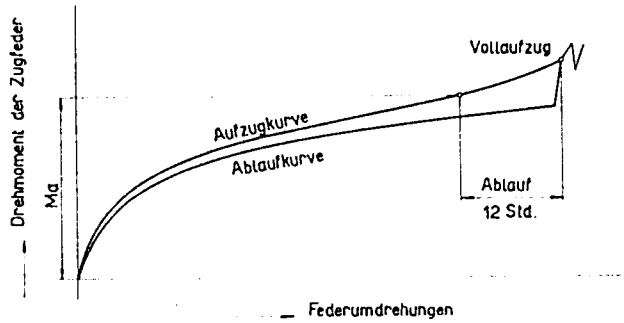


Abbildung 4: Drehmomentkurve einer Zugfeder mit Rutschkupplung

Rutschkupplung soll *ein ruhiger Träger* jeden Abend gerade knapp den Vollaufzug erreichen. Der größtmögliche tägliche Ablauf ist durch die Dauer der Nachtruhe gegeben. Wir wählen dafür 12 Stunden, weil darin auch andere Ruhepausen bzw. bewegungsarme Zeiten berücksichtigt werden sollen. Mit diesem Ablauf läßt sich das für optimale Abstimmung zuständige Drehmoment M_a auf der Aufzugkurve finden. Bei einer genügend großen Speichermöglichkeit kann M_a auch für 20 Stunden Ablauf festgelegt werden.

Mit dem Wert M_a berechnen wir *das optimale* auf die Rotorwelle reduzierte Drehmoment der Zugfeder zu

$$S_{opt} = \frac{M_a}{\eta\ i}$$

4. DIE OPTIMALE AUFZUGSARBEIT

Als charakteristische Größe eines automatischen Aufzuges bezeichnen wir den Quotienten

$$\xi_{opt} = \frac{S_{opt}}{G\ S}$$

Es gibt ein *Maß für die Abstimmung* zwischen dem statischen Moment des Rotors (G s) und dem von der Zugfeder herrührenden

Widerstand S_{opt} · Rechnungen an ausgeführten Uhrwerken ergeben für ξ Werte zwischen 0,45 und 0,80.

Durch umfangreiche Untersuchungen (7) wurde versucht, *die Zusammenhänge* zwischen dimensionslosem Federmoment ξ, verlorenem Winkel ϱ und Beschleunigungsverlauf der Armbewegungen abzuklären.

Bei Armbewegungen mit konstanter Beschleunigung, die solange andauern, bis der Rotor einen Hub beendet hat, ergibt sich *als interessante Parameterkombination*

$$\xi_{opt} = \frac{S_{opt}}{m\ b_0\ S} = 0{,}86$$

$$\varrho_{opt} = 0{,}56 \overset{\sim}{=} 32^{\circ}$$

Die zugehörige optimale Arbeit ist dann

$$a_{opt} = \frac{a}{m\ b_0\ S} = 0{,}987$$

Die konstante Beschleunigung b_0 beträgt beim Lageaufzug am häufigsten g.

Keine Uhr kann unter den gegebenen Voraussetzungen mehr Aufzugsarbeit leisten als *eine ideale Uhr* mit den optimalen Parametern. Eine solche Uhr erreicht einen Wirkungsgrad von 100%. Ein Vergleich mit ausgeführten Uhrwerken zeigt, daß diese einen Wirkungsgrad von 80% bis 97% aufweisen.

Weitere Forschungen müssen für andere Armbewegungen die optimale Parameterkombination liefern.

5. DIE AUFZUGSGESCHWINDIGKEIT

Die Aufzugsgeschwindigkeit automatischer Aufzüge bestimmt *das Verhalten der Uhr beim Tragen*. Eine zu kleine Gangreserve ergibt zu kleine Unruhschwingungen und damit einen schlechten Gang der Uhr. Zu große Geschwindigkeit des Aufzuges führt zu Verschleiß und verkürzt die Lebensdauer der Uhr.

Wir haben in einer Arbeit (8) *die mittlere Aufzugsgeschwindigkeit* beim Tragen wie folgt definiert:

$$V = \frac{t_1 + t_2 \pm \Delta T}{t_2}$$

Darin bedeuten:

t_1	die Dauer der Nachtruhe
t_2	die Tragzeit
ΔT	die tägliche Wachstums- bzw. Verlustrate an Gangreserve
V	die mittlere Aufzugsgeschwindigkeit.

Bei üblicher Tragart führen Geschwindigkeiten V kleiner als zwei zu Verlusten an Gangreserve und V größer als 3,5 zu unnötiger Belastung der Rutschkupplung im Federhaus.

Die wichtigste Frage in diesem Problemkreis ist die *Frage nach der objektiven Bestimmung der Aufzugsgeschwindigkeit*, denn solange keine genormten Testmethoden zur Verfügung stehen, sind Meinungsverschiedenheiten unvermeidlich.

Tragversuche sind kompliziert und geben mehr Aufschluß über den Träger als über den automatischen Aufzug. Sie müssen mit mindestens hundert Versuchspersonen durchgeführt werden, um einen *gültigen* Aussagewert zu besitzen. Geräte, welche die Uhr Schwingungen unterwerfen, sind ebenfalls nicht geeignet, denn periodische Bewegungen treten beim Tragen nur selten auf, und wie wir in einer Arbeit (9) zeigen konnten, hängt bei solchen Bewegungen die Aufzugsarbeit von der Wahl der Größe und Art der Beschleunigung ab.

Wir haben in Tabelle II gesehen, daß die getragene Uhr am häufigsten Beschleunigungen von 1 g ausgesetzt wird. Am besten eignet sich somit *ein Testgerät*, das die Uhr langsam im Gravitationsfeld der Erde bewegt und damit die Richtung der auf den Rotor wirkenden Kraft ändert. Da die Aufzugsarbeit auch vom verlorenen Weg abhängt, muß dieser mehrmals durchlaufen werden.

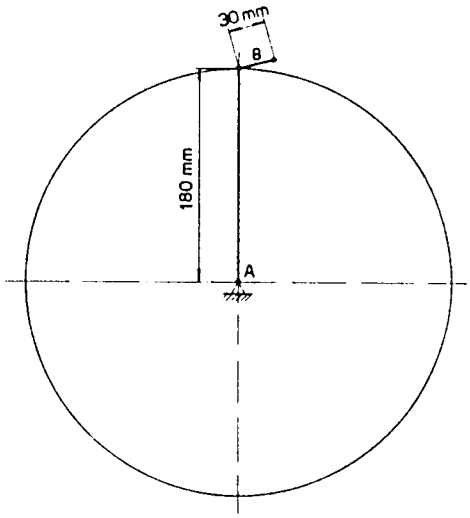


Abbildung 5: Abmessungen des Testgerätes

Unsere Wahl fiel auf ein Testgerät nach Abbildung 5; bei dem die durch einen Synchronmotor angetriebene Welle A bei 50 Hertz *in 24 Stunden* 1000 Umdrehungen macht. Bei 60 Hertz (beispielsweise in den USA) beträgt die Zeit für 1000 Umdrehungen 20 Stunden 8 Minuten 4 Sekunden. Für eine Umdrehung um die Welle A führt die Welle B $4\frac{2}{3}$ Umdrehungen aus. Die für den durchlaufenen Weg und damit die Aufzugsarbeit maßgebenden Abmessungen gehen aus Abbildung 5 hervor. Abbildung 6 zeigt das von uns

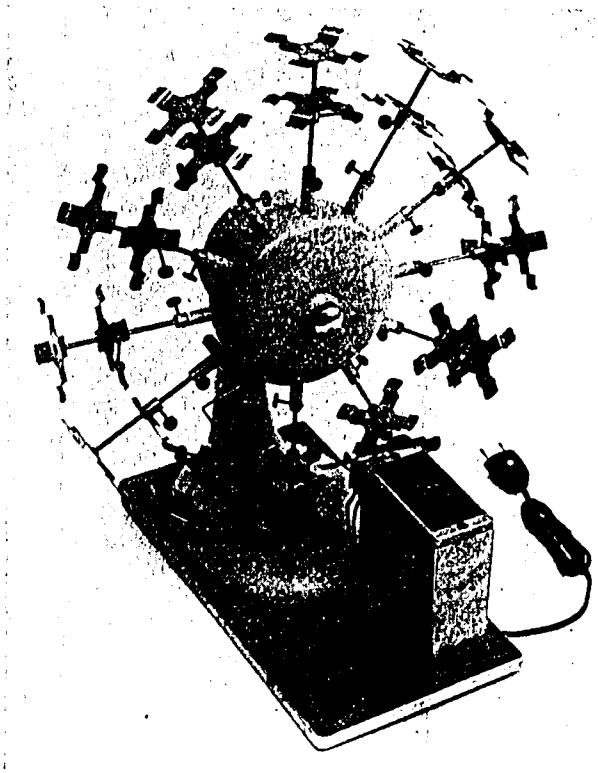


Abbildung 6: Testgerät mit einem Zähler versehen

mit einem Vorwahlzähler mit vierstelligem Zählwerk ausgerüstete Testgerät. Es kann nach unserer Erfahrung der Bewegungsintensität eines ruhigen Trägers gleichgestellt werden.

Auf dem Testgerät ist die Dauer der Nachtruhe $t = O$ und wir haben

$$V = \frac{\Delta T}{t_2} + 1$$

daraus folgt $\Delta T = t_2 (V - 1)$

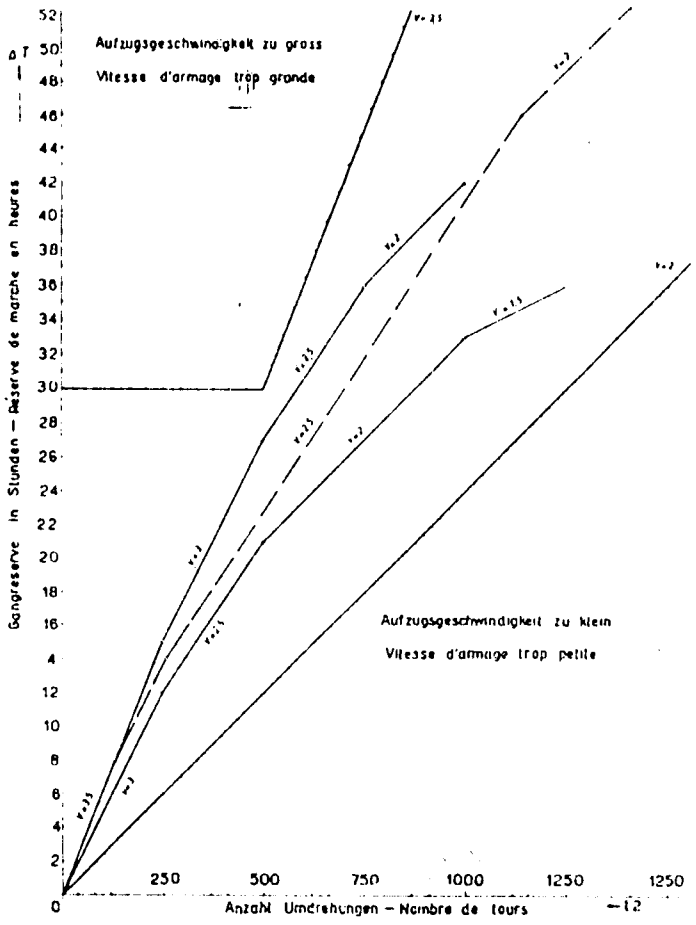


Abbildung 7: Auswertung der Aufzugsgeschwindigkeiten

Für die Versuchsauswertung sind in Abb. 7 die Grenzgeschwindigkeiten V 3,5 und V 2 wiedergegeben. Als gebrochene Kurven sind die von uns *als zweckmäßig* erachteten Aufzugsgeschwindigkeiten eingetragen. Danach soll der Aufzug am Beginn der Aufzugskurve (Abbildung 4) rasch erfolgen, um die Uhr nach kurzer Tragzeit mit einer hinreichenden Gangreserve zu versorgen. Anschließend kann die Geschwindigkeit sukzessive abnehmen, und bei einer großen Gangreserve genügt eine Geschwindigkeit V = 1,5, welche bei einer Nachtruhe kürzer als fünf Stunden noch zusätzliche Gangreserve schafft. Die gestrichelte Kurve zeigt, welche Resultate mit einer extraflachen Uhr moderner Konstruktion erreicht wurden. Es wird *Aufgabe internationaler Normung* sein, hier verbindliche Richtlinien zu erlassen.

Die mit dem Testgerät Abbildung 6 gewonnenen Kurven entsprechen in der Regel *dem Jungfernaufzug*, d. h. dem ersten Aufzug nach Reinigung und Schmierung der Uhr. Diese Tests sind durch Abnützungs- und Alterungsversuche zu ergänzen, bei denen die Uhr entweder künstlich geschüttelt oder während einer gewissen Betriebszeit getragen wird, worauf eine neue Aufzugskurve aufzunehmen ist. Ein Vergleich dieser Kurve mit der Jungfernkurve gibt *ein Maß für die Lebensdauer des automatischen Aufzuges.*

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die praktisch erreichten Wirkungsgrade der Energieübertragung zwischen Uhrenträger und Unruh sind in Abbildung 8 zusammengestellt. Die *Variationen* innerhalb der einzelnen Glieder rühren von mehr oder weniger guter Konstruktion und Fertigung her. einige Prozent Schwankung ergeben sich aus dem veränderlichen Spannungszustand der Zugfeder.

Das schwächste Glied in der Kette ist die Hemmung, deren schlechter Wirkungsgrad bei der Uhr mit Handaufzug ohne weiteres hingenommen werden kann. Soll das Volumen automatischer Uhren noch kleiner werden, *so ist eine Wirkungsgradsteigerung der Hemmung unbedingt notwendig.* Wenn wir uns auch bewußt sind, daß die bewährte Ankerhemmung in ihrer modernen Ausführung nur schwer durch etwas in jeder Hinsicht Gleichwertiges zu ersetzen ist, so berechtigen doch die modernen Fertigungsmethoden zu Hoffnungen, indem vielleicht eine der unzähligen bekannten Hemmungen heute mit mehr Aussicht auf Erfolg und größerem Wirkungsgrad gebaut werden kann, als dies anläßlich ihrer Erfindung der Fall war.

Die größten Streuungen treten im Wirkungsgrad des automatischen Getriebes auf und weisen für die schlechten Lösungen *auf Möglichkeiten zur Leistungssteigerung* hin.

Der Wirkungsgrad zwischen Uhrenträger und Rotor ist, wenn man mit dem idealen Rotor vergleicht, ausgezeichnet, und die besten Werte können nicht mehr weiter gesteigert werden. *Die mathematische Analyse* konnte hier, wie schon oft in der Entwicklung der Technik, nur bestätigen, wie nahe die Praktiker auf Grund ihrer Intuition und Aufmerksamkeit ans Optimum herankommen. Zwischen Uhrenträger und Uhr ist der Wirkungsgrad mit 0,2% bis 4% bescheiden, und es erhebt sich die *Frage nach grundsätzlich anderen Lösungen.*

Für Uhren mit Rotor beträgt der Gesamtwirkungsgrad zwischen Uhrenträger und Unruh 2% bis 8%. Verglichen mit anderen Ma-

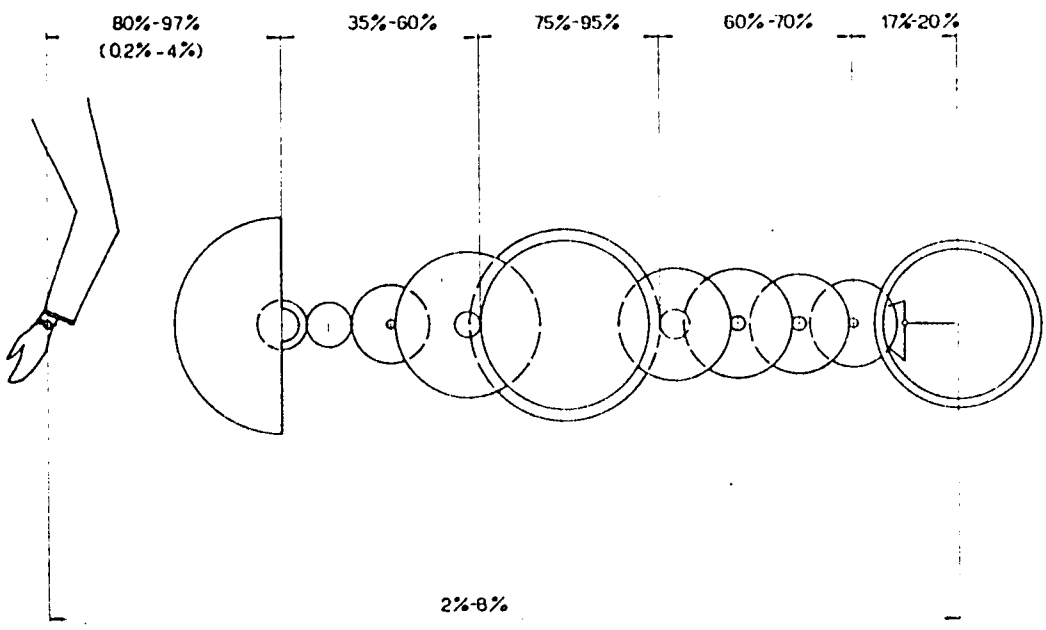


Abbildung 8:
Wirkungsgrade zwischen Uhrenträger und Unruh

schinen ist dieser Wirkungsgrad klein. Wir haben gezeigt, wo der Hebel anzusetzen ist, um der Unruh mehr Energie zuzuführen und damit *die Voraussetzungen* zu schaffen, automatische Uhren in Zukunft noch kleiner zu bauen.

Literaturverzeichnis

(1) German, S., Gang und Lagenhäufigkeit tragbarer Uhren. Berichtsbuch IV int. Kongr. f. Chron. 1959. München.

(2) Kocher, H., Beschleunigungsmessungen am Handgelenk des Menschen. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 12 – 1961. Bull. annuel soc. suisse de chron., IV – 1961.

(3) Franze, K., Handbewegungen zum Zwecke des Automatik-Aufzuges. Jahrb. d. Dt .Ges. f. Chron. Bd. 12 – 1961.

(4) German, S., Weitere Beobachtungen zur Lagenhäufigkeit tragbarer Uhren. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 13 – 1962.

(5) Simsch, E., Lagenhäufigkeit von Armbanduhren. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 13 – 1962.

(6) Kocher, H., Résultats complémentaires de mesures d'accélération au poignet.
Bull. annuel soc. suisse de chron., V – 1963.
Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 14 – 1963.

(7) Klotter – Bär – Kocher, Unveröffentlichte Berichte.

(8) Kocher, H., Untersuchungen über das Verhalten automatischer Uhren beim Tragen. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 13 – 1962.

(9) Kocher, H., Recherches sur le comportement des remontoirs automatiques exposés à des oscillations périodiques. Bull. annuel soc. suisse de chron. V – 1963.

Examens de l'efficacité des remontoirs automatiques

Communications de M. Hans Kocher,
directeur technique de BUREN WATCH COMPANY S.A., Büren s/Aar

Résumé. — *Le contrôle des qualités des montres automatiques doit s'étendre au moins à la marche et au remontage. On doit prendre en considération comme méthodes de mesure pour la vitesse de remontage les essais au porter et les tests sur un appareil d'essai. La méthode d'examen doit établir simplement et sûrement une corrélation entre le comportement de la montre sur l'appareil et au poignet. Les essais doivent aboutir à la fixation des limites entre lesquelles doit se trouver la vitesse d'armage de toutes les montres examinées à l'aide des essais mécaniques.*

Les appareils dont le travail de remontage s'effectue uniquement par le poids du rotor s'imposent comme instruments à faire les tests. L'essai dynamique convient pour l'examen des phénomènes d'usure.

On renforcera la confiance dans la montre automatique au sujet de la réserve de marche lorsque les essais seront faits d'après des règles généralement admises.

1. Introduction

Le moment de force du ressort moteur d'une montre mécanique dépend de son état de tension. Un ressort à peu près détendu a un petit moment élastique d'où résultent des oscillations du balancier-spiral de faible amplitude. Un ressort complètement armé peut engendrer le rebattement du balancier-spiral. Les variations du moment de force du ressort ont une grande influence sur la précision de la marche de la montre à cause de l'inévitable défaut d'isochronisme de l'organe réglant constitué par un balancier et un spiral. On limite la diminution du moment du ressort au moyen d'une courbe de développement presque horizontale et en imposant un maximum à ce moment. Dans la montre à ressort moteur, la marche dépend toujours de l'état de tension du ressort.

Cette tension dans les montres automatiques dépend de l'intensité des mouvements du porteur et de l'efficacité du dispositif de remontage automatique. Tandis que l'intensité des mouvements du bras est un facteur individuel du porteur, la vitesse de remontage du dispositif automatique peut être imposée par le constructeur. Une vitesse de remontage trop faible engendre une mauvaise marche et peut, chez des porteurs calmes, provoquer l'arrêt de la montre. Une vitesse trop grande provoque, chez un porteur aux gestes vifs et fréquents, trop souvent un remontage complet, ce qui se traduit par une usure du ressort de freinage et un raccourcissement de la durée de bon fonctionnement de la montre.

Le contrôle des qualités des montres automatiques doit s'étendre au moins à la marche et au remontage.

Plusieurs pays ont des prescriptions officielles pour le contrôle de la marche. J'essaie ici de formuler des propositions au sujet de méthodes aussi objectives que possible pour normaliser les examens du mécanisme de remontage. Le constructeur en retirera aussi des indications concernant les rendements désirables de ce mécanisme.

La recherche de méthodes de mesure pour la vitesse de remontage conduit rationnellement à envisager les modes suivants :

— essais au porter ;

— essais mécaniques dans lesquels il faudra distinguer les essais statiques des essais dynamiques.

Au cours du développement des montres automatiques, on a déterminé, par des essais au porter faits le plus souvent avec un petit nombre de porteurs, la vitesse de remontage la plus favorable. Ces essais — porter au poignet avec des porteurs différents — sont lents et donnent des résultats individuels non reproductibles ; ils donnent surtout des renseignements sur les habitudes et sur le tempérament des porteurs plutôt que sur la qualité du remontoir automatique. Les résultats de tels essais ne sont utilisables que s'ils ont été obtenus par un grand nombre de porteurs et si l'on a pesé avec soins les résultats obtenus. Là aussi il est excessivement compliqué, souvent impossible, d'obtenir des renseignements sur la valeur des petites modifications du mécanisme de remontage automatique.

Pour comparer les rendements de différents mouvements de montres automatiques, on a souvent fait porter simultanément deux montres au même bras. Si les montres sont attachées l'une derrière l'autre, ou sur un même bracelet, l'une à l'extérieur, l'autre à l'intérieur du poignet, elles ne subiront pas les mêmes accélérations ni les mêmes changements de position. Donc cette manière de procéder fournit aussi des résultats individuels non reproductibles. Les essais au porter donnent des renseignements au sujet de la réserve de marche que l'on peut atteindre. Pour comparer des systèmes différents de remontage ou pour les perfectionner, ces essais ne conviennent pas.

Des résultats reproductibles au sujet de la vitesse de remontage ne peuvent être obtenus qu'au moment d'essais faits toujours dans les mêmes conditions ; pour cela, seuls les essais mécaniques peuvent être envisagés. Dans l'appareil d'essais, la montre sera soumise à des conditions aussi analogues que possible à celles du porter.

Des recherches très étendues concernant les mouvements du poignet (1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6) ont montré qu'au porter les accélérations d'environ 1 *g* sont les plus fréquentes. Les mouvements périodiques sont rares et ne sont produits que par la marche ou par la course. La durée des chocs statistiquement répartis est de 0,01 à 0,4 s. Comme la montre travaille avec 5 degrés de liberté,

c'est-à-dire qu'elle est déplacée comme si elle n'avait aucune relation avec le tronc du porteur, il ne sera jamais possible de construire une machine capable d'imiter tous les déroulements possibles des mouvements. De toutes façons, l'appareil d'essais ne doit jamais donner à la montre un mouvement périodique, car alors le rotor oscillerait autour d'une position d'équilibre, ce qu'il ne fait jamais dans la montre portée.

Le choix des conditions d'essai les meilleures doit être fait empiriquement après avoir considéré les hypothèses théoriques. La méthode d'examen doit établir simplement et sûrement une corrélation entre le comportement de la montre sur l'appareil et au poignet. L'angle mort (ébat d'engrenage) dans l'engrenage du remontoir automatique a une grande influence sur la vitesse de remontage car, après chaque changement du sens de rotation, le rotor ne commence à produire de l'effet qu'après avoir décrit l'angle mort. L'appareil d'essai doit mettre en évidence l'influence de cet ébat d'engrenage.

L'examen portera sur des mouvements non emboîtés avec cadran, aussi bien que sur des montres terminées ; dans ce dernier cas, la boîte ne doit pas être ouverte lors de l'examen. Les essais des séries ne doivent pas durer plus de 48 heures.

La confiance dans les montres automatiques sera renforcée lorsque les essais seront faits d'après des règles généralement admises. La réserve de marche et la précision de la marche décideront de la satisfaction du propriétaire de la montre.

2. Bases théoriques

2.1 *Définitions*

Nous désignons par *durée de marche* le temps écoulé entre le moment où le ressort est complètement armé et celui où la montre s'arrête (fig. 1).

La *détente* est le temps écoulé depuis le dernier remontage (fig. 1).

La *réserve de marche* désigne le temps pendant lequel le balancier peut encore osciller sans que le ressort soit de nouveau armé ; elle correspond à l'énergie potentielle du ressort moteur à un moment donné (fig. 1).

Nous avons la relation :

durée de marche = détente + réserve de marche.

Lors du remontage complet, la détente est nulle et la réserve de marche est égale à la durée de marche.

La réserve de marche à un moment déterminé peut être mesurée ; c'est le temps indiqué par la position des aiguilles pendant lequel la montre non secouée et posée à plat continuera de marcher jusqu'à l'arrêt.

2.2 *Le travail de remontage*

Le travail quotidien A_u nécessaire au remontage du ressort est connu ; il est représenté par la partie hachurée de la figure 1.

D'après la définition :

$$A_u = \int_0^{\varphi'} M_f(\varphi')\, \mathrm{d}\varphi'. \qquad (1)$$

Pour calculer l'intégrale, nous décomposons la surface en rectangles étroits de hauteur M_f et de largeur $\Delta\varphi'$. Pour chaque rectangle, M_f peut être considéré comme constant ; nous aurons approximativement

$$A_u = \sum_{i=1}^{n} M_f \, \Delta\varphi'. \qquad (2)$$

Entre l'angle d'armage φ' et le nombre de tours N de la bonde, il y a la relation :

$$\varphi' = 2\pi N. \qquad (3)$$

Si l'on choisit $N = 1/2$, la relation (3) devient :

$$\varphi' = \pi.$$

Le travail exprimé par l'équation (2) doit, dans la montre automatique, être effectué pendant une certaine durée du porter t_2. L'expérience a montré que la durée quotidienne du porter est en moyenne d'environ 15 heures. La montre n'est pas constamment secouée pendant

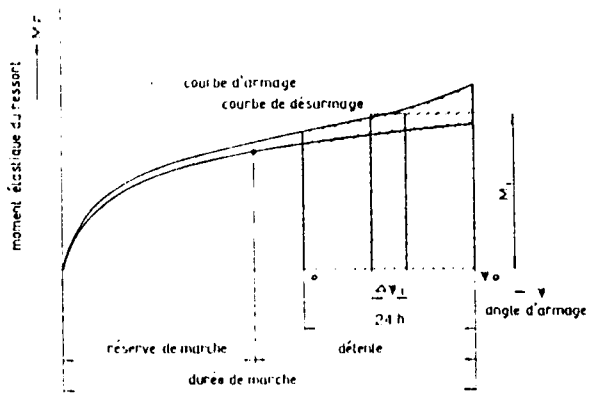


Fig. 1. Courbe des moments élastiques d'un ressort moteur.

ce temps, de sorte que nous admettons une durée du porter t_2 = 12 heures.

La *puissance* L est le travail effectué pendant l'unité de temps, donc

$$L = \frac{A_u}{t_2} \qquad (4)$$

Exemple : $A_u = 10^3$ p-cm ; $t_2 = 12$ h.

$A_u = 10^3 \cdot 981$ dynes-cm $= 10^{-4} \cdot 981$ joule ;

$L = 2{,}27 \cdot 10^{-6}$ watt.

(p = pond = 1 g force = 981 dynes)

L'examen de la puissance d'un remontoir automatique doit indiquer si ce remontoir produit au moins la puissance nécessaire pour toutes les manières de porter la montre. Le moment de force du ressort moteur varie avec la grandeur de la montre et on ne peut pas le mesurer sur une montre emboîtée. De sorte que, pour la détermination de la puissance du remontoir, il ne reste que la réserve de marche, c'est-à-dire l'angle φ'.

Soit i le rapport d'engrenage entre le barillet Z_1 et le pignon des minutes Z_2, donc $i = Z_2/Z_1$, et C_x une ré-

serve de marche quelconque : on a comme nombre de tours de la bonde

$$N = i\,G_x, \tag{5}$$

car i indique aussi le nombre de tours de Z_1 par heure. Introduisons la relation (5) dans l'équation (3), il vient :

$$\varphi = 2\,\pi\,i\,G_x \tag{6}$$

Si la réserve de marche produite pendant une certaine durée du porter est connue, le travail de remontage l'est aussi indirectement.

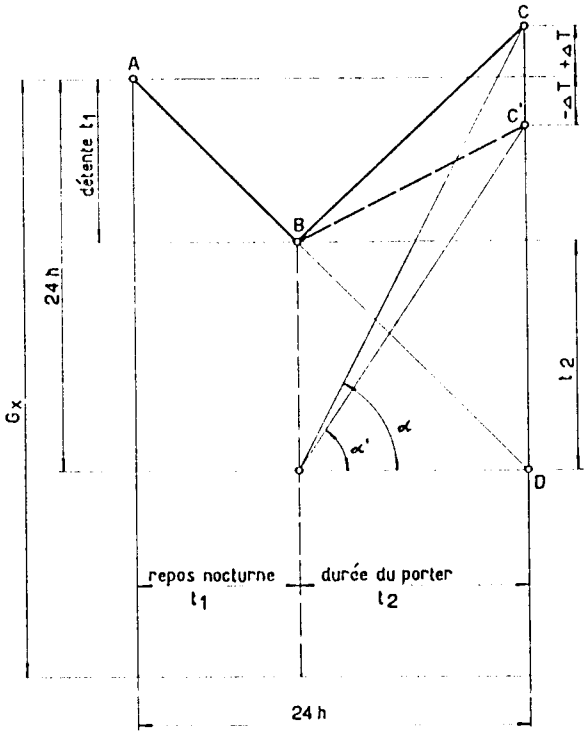


Fig. 2. Développement de la réserve de marche d'une montre automatique au cours d'une journée.

2.3 *La vitesse de remontage*

Le remontage se fait par les mouvements du porteur de la montre ; donc les considérations au sujet du développement de la réserve de marche doivent être basées sur les habitudes du porteur. Pour simplifier le problème, nous supposons que la montre est déposée à plat pendant le repos nocturne t_1. Le matin la montre est de nouveau attachée au bras et sera portée pendant le temps t_2 jusqu'au début du prochain repos nocturne. Nous avons :

$$t_1 + t_2 = 24 \text{ heures.} \tag{7}$$

La figure 2 montre le développement de la réserve de marche d'une montre automatique qui, en A, a une réserve de marche quelconque G_x. Pendant la nuit, il y a diminution de A en B effectuée pendant la durée t_1. S'il n'y avait aucun remontage, la réserve de marche diminuerait jusqu'en D ; après 24 h la réserve serait G_x — 24 heures. En B la montre, fixée au bras du porteur, est remontée pendant la durée du porter t_2. La réserve de marche atteint C, éventuellement C'. Comparée à la réserve en A, celle en C ou en C' a augmenté ou diminué de $\pm\,\Delta T$ qui représente l'augmentation ou la diminution diurne de la réserve de marche.

Désignons par V la vitesse moyenne de remontage et définissons :

$$\operatorname{tg}\alpha = V = \frac{t_1 + t_2 + \Delta T}{t_2} \tag{8}$$

$$\operatorname{tg}\alpha' = V = \frac{t_1 + t_2 - \Delta T}{t_2} \tag{9}$$

ou

$$V = \frac{t_1 + t_2 \pm \Delta T}{t_2} \tag{10}$$

Introduisons la relation (7) :

$$V = \frac{24 \pm \Delta T}{t_2} \tag{11}$$

L'équation (10) donne :

$$\Delta T = t_2\,(V - 1) - t_1 \tag{12}$$

2.4 *Rapport entre l'accroissement diurne ΔT et la vitesse d'armage V*

La figure 3 représente graphiquement l'équation (12). En abscisses, les durées du porter t_2 et celles t_1 du repos nocturne ; en ordonnées, les augmentations ou diminutions ΔT de la réserve de marche. J'ai dessiné différentes vitesses V de remontage formant un faisceau de paramètres. La durée du repos nocturne dépasse rarement 12 heures, mais ne descend pas au-dessous de 6 heures ; j'ai marqué spécialement ce domaine qui contient les durées les plus fréquentes.

D'après la figure 3, la vitesse de remontage $V = 2$ est une vitesse limite. Pour $V > 2$, il y aura toujours une augmentation de la réserve de marche lorsque t_2 sera plus grand que 12 heures. Pour $V < 2$, il y aura chaque jour une perte de la réserve de marche et au bout de quelques jours la montre s'arrêtera, le ressort complètement désarmé.

Les vitesses d'armage situées entre 7 et 10 donnent, suivant la durée du porter, une augmentation quotidienne de 100 heures, ce qui est très exagéré et raccourcit la durée de vie de la montre. Les vitesses de remontage supérieures à 4 doivent être considérées comme excessives.

Faisons dans l'équation (11) $\Delta T = 0$, nous aurons :

$$V = \frac{24}{t_2} \tag{13}$$

qui nous permet de calculer, pour les différentes durées t_2 du porter, la vitesse de remontage juste suffisante pour remplacer la perte journalière par une nouvelle réserve de marche. Dans la figure 2 le point C sera alors à la hauteur du point A.

Durées de porter en heures par jour	Vitesses limites (assurant une réserve de marche constante)
6	4
8	3
10	2,4
12	2
14	1,71
15	1,6
16	1,5
18	1,33

Tableau 1. Vitesses limites de remontage pour différentes durées de porter.

Dans le tableau I, j'ai réuni les vitesses limites de remontage pour différentes durées de porter. D'après les observations, la durée la plus fréquente du porter chez les hommes est 15 heures ; pour cette durée, une vitesse de remontage V = 1,6 suffirait. Mais la montre peut, dans certains cas, être portée moins de 8 heures ; la vitesse-limite supérieure serait V = 3. En tenant compte d'une certaine sécurité, j'admets que des vitesses situées entre 2 et 3,5 sont admissibles. (Figures 8, 9, 10).

3. Essais au porter

3.1 *Principes*

D'emblée on comprend l'idée de contrôler l'efficacité d'un remontoir automatique au cours de son fonctionnement réel et de faire des essais au porter avec un nombre plus ou moins grand de personnes. Les résultats de ces essais seront fort différents les uns des autres à cause des grandes différences entre les habitudes et entre les tempéraments des porteurs ; les vitesses de remontage différeront aussi suivant le genre d'occupation ou l'état de santé du même porteur.

Pour pouvoir être interprétés systématiquement, les essais doivent être faits d'après un plan bien mûri.

D'après l'équation (12) l'augmentation ΔT dépend de la durée du porter t_2, de la durée t_1 du repos nocturne et de la vitesse V du remontage. La réserve de marche ne doit pas dépasser le remontage complet, sinon la bride fonctionnera et la valeur de ΔT sera faussée. Cette condition remplie, l'équation (10) est exacte

$$V = \frac{t_1 + t_2 \pm \Delta T}{t_2} .$$

Si pendant la durée de l'essai la montre reste attachée au bras, la durée t_1 est égale à zéro et nous aurons :

$$V = \frac{\Delta T}{t_2} + 1. \qquad (14)$$

Si l'essai dure plusieurs jours, l'augmentation de la

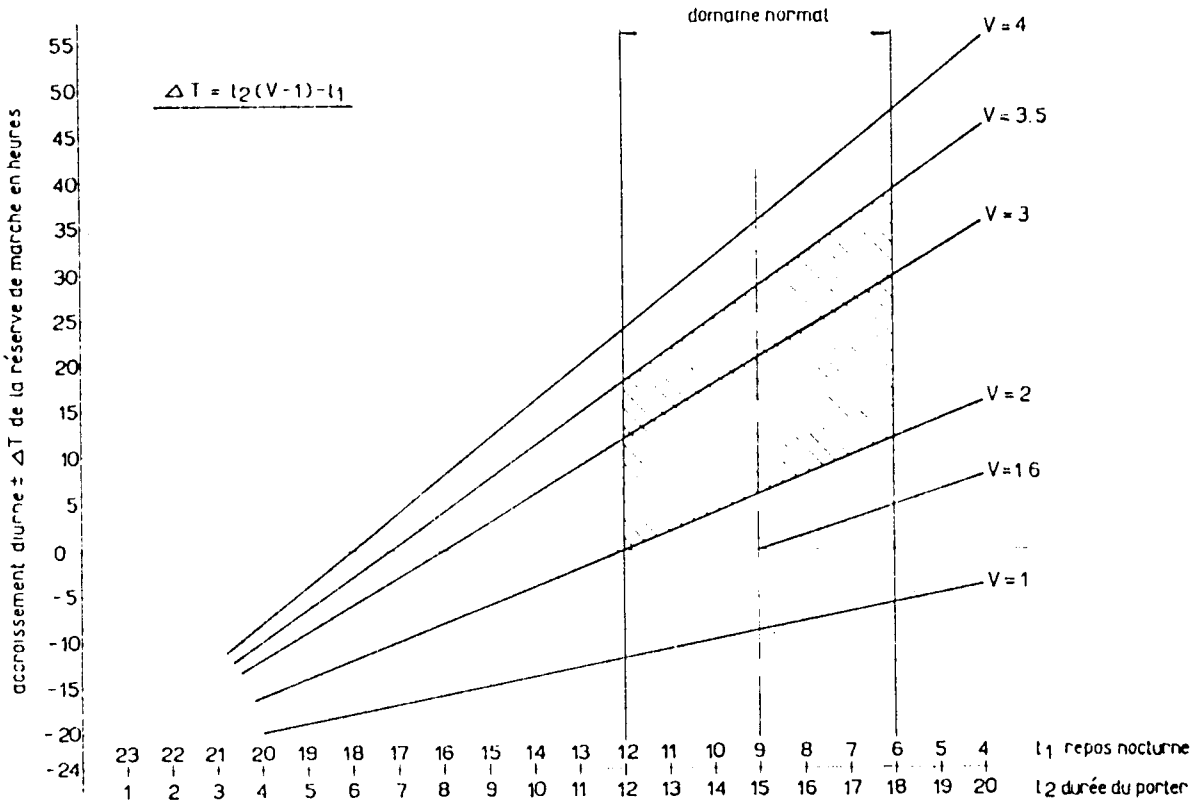


Fig. 3. Rapport entre l'accroissement diurne ΔT et la vitesse V d'armage.

réserve de marche du premier jour est donnée par l'équation (12) :

$$\Delta T_1 = t_2' (V - 1) - t_1'$$

celle du 2e jour : $\Delta T_2 = t_2'' (V - 1) - t_1''$

celle du 3e jour : $\Delta T_3 = t_2''' (V - 1) - t_1'''$

. . . . . .

. . . . . .

celle du nième jour : $\Delta T_n = t_2^n (V - 1) - t_1^n$

La somme de ces ΔT_i est :

$$\Delta T = \sum_{i=1}^{n} t_{2i} (V - 1) - \sum_{i=1}^{n} t_{1i}$$

d'où nous tirons :

$$V = \frac{\Delta T + \sum_{i=1}^{n} t_{2i} + \sum_{i=1}^{n} t_{1i}}{\sum_{i=1}^{n} t_{2i}} \quad (15)$$

l'essai plusieurs fois ; les résultats seront assez dispersés mais la moyenne peut être considérée comme valable.

3.2.1 *Essais pendant lesquels on n'a pas à tenir compte du repos nocturne.*

Pour ces essais, la méthode suivante s'est révélée bonne :

a) laisser la montre s'arrêter en position horizontale ;
b) avec 10 rotations de la montre créer une petite réserve T_1 et mettre les aiguilles à l'heure ;
c) attacher la montre au poignet et, dans le tableau 2, inscrire l'heure du début du test dans la colonne 1 ;
d) après une certaine durée du porter (par exemple 3, 5, 8 ou 10 heures), détacher la montre et porter l'heure de la fin de l'essai dans la 2e colonne du tableau 2 ;

Nom :

Date :

Calibre :

Réserve de marche initiale T_1 : 30 mn

Date	Essai		Durée du porter t_2 (2 - 1)	L'heure de l'arrêt de la montre	Réserve de marche T_x (4 - 2)	Augmentation ou diminution de la réserve de marche : $\Delta T = T_x - T_1$	Vitesse de remontage V : $V = \frac{\Delta T}{t_2} + 1$
	début	fin					
colonne	1	2	3	4	5	6	7
11.5.	07.14	09.12	118	17.35	8 h 23 mn	473	$\frac{473}{118} + 1 = 5{,}01$
12.5.	11.20	13.58	158	02.45	12 h 47 mn	737	$\frac{737}{158} + 1 = 5{,}66$
14.5.	14.00	22.00	480	08.30	10 h 30 mn	600	$\frac{600}{480} + 1 = 2{,}25$
						Somme de tous les V	12,92
						V en moyenne par jour	4,306

Tableau 2. Détermination de la vitesse de remontage de montres automatiques par des essais au porter.

3.2 *Manière de faire les essais*

Au début des essais, la montre doit avoir une petite réserve de marche, afin qu'elle ne s'arrête pas au porter. A cet effet, la montre avec son ressort complètement désarmé est tenue en position verticale puis 10 fois soigneusement tournée, de sorte que le rotor exécute 10 révolutions complètes et crée une petite réserve de marche T_1. Celle-ci peut être déterminée en répétant

e) laisser marcher la montre en position horizontale jusqu'à ce qu'elle s'arrête et inscrire l'heure de l'arrêt, indiquée par la position des aiguilles, dans la 4e colonne du tableau 2.

Remarques : Il faut s'assurer que la montre a marché pendant tout l'essai. Si elle s'est arrêtée à cause d'une trop faible réserve de marche, il faut refaire l'essai en

tournant, au début, la montre 20 fois (au lieu de 10), afin de créer une plus grande réserve T_1.

3.2.2 *Complément du tableau 2*

Ce tableau doit être complété et interprété comme suit :

a) dans la 3e colonne, inscrire la durée t_2 du porter, c'est-à-dire la différence entre les données des colonnes 2 et 1 ;
b) la réserve de marche T_x différence entre les valeurs notées dans les colonnes 4 et 2, est inscrite dans la 5e colonne ;
c) en soustrayant de T_x (colonne 5) la petite réserve de marche T_1 déterminée avant le début de l'essai, on obtient une valeur à inscrire dans la 6e colonne : $\Delta T = T_x - T_1$;
d) enfin dans la colonne 7, la vitesse de remontage calculée pour chaque cas en divisant la valeur de la 6e colonne par celle de la deuxième, puis en ajoutant 1 à ce quotient. Pour ce calcul, on exprimera les durées en minutes.

3.2.3 *Essais au porter durant plusieurs jours*

Ces tests sont moins recommandables parce qu'on ne sait jamais si l'accouplement glissant a ou n'a pas fonctionné, ce qui rend incertaine la valeur de T_x. L'essai peut avoir quelque intérêt avec des porteurs calmes qui arrivent rarement au remontage complet.

La méthode suivante a fait ses preuves :

a) l'essai débute comme il est décrit dans 3.2.1 *a, b, c* ;
b) noter chaque jour la durée du porter et celle du repos nocturne ;
c) à la fin de l'essai, additionner les durées du porter et du repos nocturne ;
d) la réserve de marche ΔT est calculée comme il est indiqué sous 3.2.1 *d* et *e* ;
e) calculer la vitesse de remontage au moyen de l'équation (15).

Remarques : Commencer l'essai au cours d'une matinée et le terminer à la même heure.

3.3 *Interprétation des résultats*

A titre d'exemple, le tableau 2 contient quelques valeurs ; la somme de tous les V a été calculée ; on en déduit la valeur diurne moyenne qui sera très différente suivant le porteur, la saison, l'état de santé, le genre d'occupation, les jours fériés, etc. Tant que $V>2$, on peut être certain que la montre ne s'arrêtera pas à cause du manque de réserve de marche. Si même la vitesse est parfois inférieure à 2, cela ne gêne pas, car seules les valeurs moyennes importent.

Durée de l'essai		Durée du porter t_2 en heures et minutes	Vitesse moyenne de remontage V			
			porteurs calmes		porteurs vifs	
début	fin		A	B	C	D
600	700	1 h	9,8	7,56	15,3	25,77
700	900	2 h	2,92	0,73	2,77	7,07
900	1150	2 h 50 mn	2,81	4,94	2,0	4,12
1150	1330	1 h 40 mn	3,01	2,32	6,86	16,68
1330	1530	2 h	2,4	1,54	1,71	5,75
1530	1730	2 h	2,25	1,06	2,9	4,52
1730	1830	1 h	4,09	9,73	12,05	20,03
1830	2000	1 h 30 mn	1,12	3,31	6,85	15,10
2000	2200	2 h	2,01	0,51	7,0	6,73
Somme de tous les V			30,41	31,70	57,44	105,77
V en moyenne par jour :			3,37	3,52	6,38	11,75
Excédent ΔT par jour :			38 h	40 h	86 h	172 h

Tableau 3. Vitesses de remontage se manifestant au cours d'une journée.

Les valeurs du tableau 2 ont été obtenues dans une période correspondant à la partie inférieure de la courbe d'armage (fig. 1), c'est-à-dire alors que le ressort oppose au rotor un plus petit moment de force qu'immédiatement avant l'armage complet. Dans le paragraphe 4.2.3, nous montrerons que les valeurs du tableau 2 peuvent être appliquées à toute la période d'armage par extrapolation.

3.3.1 *Vitesse de remontage au porter*

La vitesse de remontage ne dépend pas uniquement de la montre, mais beaucoup plus de l'intensité des mouvements du porteur. Le tableau 3 indique les vitesses de remontage obtenues par 4 personnes ayant porté la même montre pendant un jour.

Tandis que le porteur le plus calme provoque un gain journalier de 38 heures de réserve de marche, ce gain atteint 172 heures chez le porteur le plus vif. Le travail de l'accouplement glissant est presque 5 fois plus grand chez le porteur D que chez A. Il est intéressant de constater que D, avant de commencer son travail, avait déjà créé, entre 6 et 7 heures du matin, assez de réserve de marche pour remplacer celle qui se perd naturellement pendant les 24 heures du jour.

Le porteur B a la plus grande perte de réserve de marche de 20 à 22 heures. Pour une durée du porter de 2 heures et $V = 0{,}51$ on aura, d'après l'équation (12) avec $t_1 = 0$, une diminution de la réserve de marche de 1 heure. Si ce porteur n'augmente pas la réserve de marche à d'autres moments de la journée, sa montre s'arrêtera.

L'examen attentif du tableau 3 montre que nos porteurs créent pendant le temps « libre » plus de réserve de marche que pendant les heures de travail. Ceci dépend énormément de la profession du porteur.

Occupation	Vitesse de remontage V
En dormant	1,2
En s'habillant	63
Pendant la toilette matinale	19
Pendant le petit déjeuner	13
Pendant la marche	6
En se lavant les mains	41
En auto au volant	3,4
En mettant et en ôtant son pardessus	92

Tableau 4. Vitesses de remontage par suite d'occupations diverses.

3.3.2 *Vitesse de remontage par suite d'occupations diverses*

Les vitesses de remontage en fonction de quelques occupations habituelles sont indiquées dans le tableau 4. Les essais ont été faits avec un seul porteur et avec le mouvement de montre utilisé pour les essais du tableau 3.

Si la montre est portée la nuit, on a $V = 1{,}2$, tandis que pour la montre posée sur la table de nuit $V = 0$. Pour un repos nocturne de 8 heures, on aura d'après l'équation (12) :

dans le premier cas : $\Delta T = 1{,}6$ h ($t_1 = 0$; $t_2 = 8$)
dans le second cas : $\Delta T = -8$ h ($t_2 = 0$; $t_1 = 8$)

En s'habillant, on produit la plus grande vitesse de remontage. Les personnes calmes devraient avoir la montre au bras en s'habillant.

Suivant la profession du porteur, d'autres vitesses s'ajoutent à celles du tableau 2. Le comportement de la montre est déterminé par la somme de ces remontages élémentaires.

3.3.3 *Interprétation statistique des résultats*

Les grandes variations de la vitesse de remontage suivant le porteur et aussi suivant le jour, nous conduisent à une interprétation statistique des résultats des essais ; celle-ci se fera le mieux en considérant la vitesse diurne moyenne V telle qu'on la trouve dans le tableau 2.

Pour avoir tout de suite une image de la répartition des fréquences, il est rationnel de classer les résultats des essais dans un diagramme en rectangles. Suivant la figure 4, nous admettons une largeur des rectangles de $V = 0{,}5$, de sorte que nous aurons les domaines suivants :

0 à 0,49 ; 0,5 à 0,99 ; 1 à 1,49 ; 1,5 à 1,99 ;
2,0 à 2,49, etc.

On peut établir de tels diagrammes pour une seule personne ; pour juger de la valeur du mouvement de la montre, il vaut mieux les établir pour plusieurs porteurs.

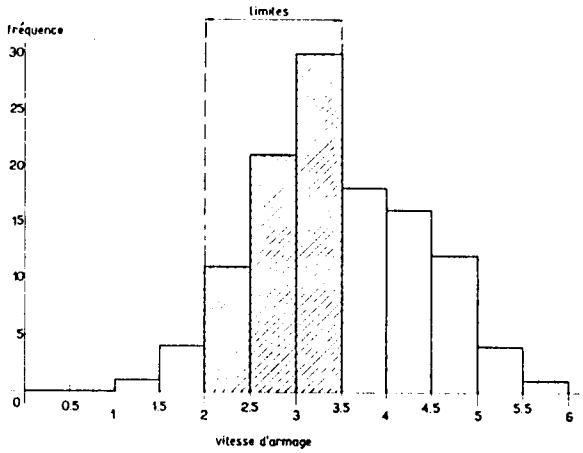


Fig. 4. Histogramme de la vitesse d'armage.

Pour l'exploitation mathématique de ces diagrammes, je renvoie aux ouvrages spéciaux. Ne pas oublier que seuls les diagrammes de fréquence basés sur le même nombre d'expériences sont comparables entre eux.

Les résultats de la montre ayant fait l'objet des essais réunis dans la figure 4 dépassent, des deux côtés, les limites reconnues comme favorables. A l'usage cette montre fut sujette à une usure prématurée.

4. Essais mécaniques

4.1 *Principes fondamentaux*

L'essai objectif en séries de l'efficacité des remontoirs automatiques ne peut se faire que par des méthodes mécaniques de mesure définies de façon univoque. L'essai mécanique peut être statique ou dynamique.

L'essai statique se fait en modifiant lentement la position de la montre par rapport au champ de gravitation de la terre. Le travail de remontage est effectué uniquement par le poids du rotor sur lequel agit une force dont la direction varie constamment. Ce mode de remontage correspond en grande partie à la manière de porter d'une personne calme ; il se prête donc particulièrement bien à la détermination des vitesses limites. Ce test est si subtil qu'il décèle même les plus petites modifications du dispositif de remontage automatique.

L'essai dynamique soumet, en général, la montre à des oscillations harmoniques au cours desquelles les

forces d'inertie et les mouvements périodiques du rotor effectuent le remontage. Dans ce remontage par accélérations, le travail est déterminé par les caractéristiques du mouvement de montre et par les mouvements de sollicitation de l'appareil d'essai. Voir (7). D'après la forme de l'excitation (développement de l'accélération), on peut, théoriquement, construire le remontoir le plus efficace. Même chez les porteurs les plus actifs, le travail de remontage se fait surtout par des phénomènes d'accélération, tandis que les mouvements périodiques du rotor sont rares, de sorte que l'essai dynamique ne correspond à aucun mode du porter.

Le remontoir automatique doit remonter rapidement la montre au bras d'un porteur calme, tandis que les mouvements d'une personne vive ne seront que partiellement utilisés. Les essais d'efficacité correspondant à des porteurs calmes doivent être effectués d'après des méthodes statiques. Les essais dynamiques conviennent pour l'examen des phénomènes d'usure.

4.2 *L'essai statique (remontage par gravité)*

Un essai mécanique a un sens s'il correspond d'une certaine manière à un essai au porter. J'ai montré (chap. 4.1) que le remontage par gravité correspond au remontage par un porteur calme.

Il s'agissait de trouver un appareil d'essais dans lequel la vitesse limite V = 2 définie dans le chapitre 2.4 peut être contrôlée avec la précision désirable. Ici il faut partir de l'équation (12) :

$$\Delta T = t_2 (V - 1) + t_1$$

Sur l'appareil la durée du repos nocturne t_1 = 0. La durée du porter t_2 est celle de l'essai. Si l'on choisit celle-ci égale à 24 heures et si l'on admet V = 2, on a :

$$\Delta T = 24 \text{ heures.}$$

L'appareil « Cyclomat » (fig. 5) fait 1000 rotations en 24 heures. Dans la figure 8, V = 2, le nombre de rotations (t_2 = 24 heures) et T = 24 h sont indiqués.

Une série de montres ont été modifiées en y introduisant un rotor plus léger, de façon que, sur le « Cyclomat », après 24 heures de remontage, la réserve de marche soit de 24 heures. Ces montres furent portées dans différents pays avec les résultats suivants :

- En Italie la vitesse V = 2 est suffisante ; il n'y eut aucune réclamation.
- Aux Etats-Unis, environ 5% des clients se plaignirent d'une réserve de marche insuffisante, qui provoqua parfois l'arrêt de la montre.

Nous avons ainsi trouvé la relation nécessaire entre l'essai au porter et l'essai mécanique ; l'appareil « Cyclomat » est étalonné. Malheureusement, il ne fut pas possible de calculer, à partir des essais, la véritable valeur de V, parce que les porteurs ne se sont pas conformés aux instructions que nous avions données. La valeur de la vitesse de remontage V = 2 trouvée par le « Cyclomat » a été confirmée par d'autres essais comme vitesse limite. On a pu constater que dans les montres automatiques de dame, on atteint souvent une vitesse de remontage voisine de 2, tandis que dans les montres d'homme la vitesse de remontage est plutôt entre 2 et 3. On a aussi constaté que le « Cyclomat » équivaut à un porteur calme.

Si d'autres appareils d'essai devaient être construits avec des durées d'essai plus longues ou plus courtes, le rapport des durées d'essai permet de calculer les nouvelles vitesses de remontage.

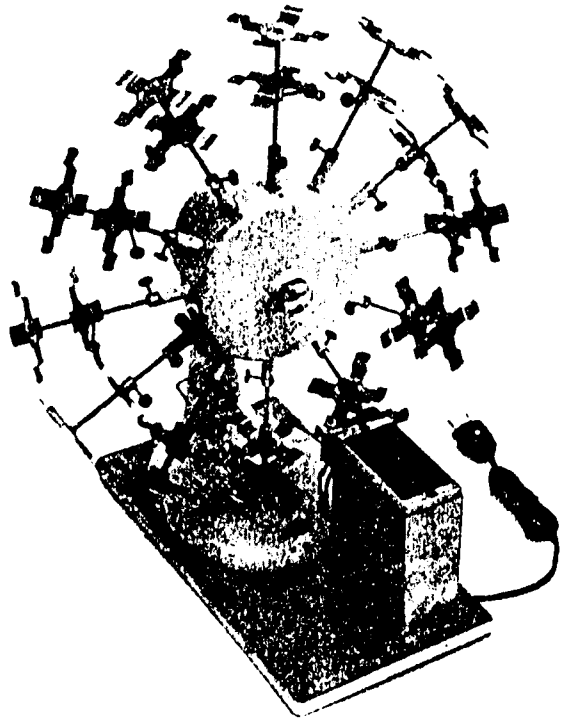


Fig. 5. L'appareil d'essai « Cyclomat ».

Ainsi l'appareil « Cyclotest » (fig. 6) met 4 h. 16 mn pour 1000 tours avec 50 hertz, d'après le tableau 5. Désignons par ′ les valeurs du « Cyclomat » et par ″ celles du « Cyclotest, on a :

$$\frac{V'''}{V''} \cdot \frac{t_2'}{t_2''} = \frac{24 \text{ h}}{4 \text{ h } 16 \text{ mn } 24{,}6 \text{ s}} = 5{,}616$$

$$V''' = 5{,}616\ V''.$$

Pour V'' = 2, V''' = 11,232 ; ... etc.

Si, dans l'équation (12) on introduit les nouvelles valeurs V''', on aura pour le « Cyclotest » les renseignements valables de la figure 9. Pour n'importe quel autre nombre de tours ou n'importe quelle autre vitesse, on peut dessiner un diagramme facilitant l'interprétation et donnant la relation entre les résultats trouvés et la vitesse de remontage correspondant à l'essai au porter. On a ainsi une relation universellement utilisable pour l'essai statique.

Suivant 24, nous avons dessiné dans les figures 8 et 9 V = 3,5 comme vitesse maximum. En dessous de 30 heures de réserve de marche, on peut aussi admettre de plus grandes vitesses de remontage, car ici la bride glissante ne fonctionne pas et le risque d'usure n'existe pas.

4.2.1 *Détermination de la vitesse de remontage sur les appareils « Cyclomat » et « Cyclotest »*

Les appareils « Cyclomat » (fig. 5) et « Cyclotest » (fig. 6) sont connus comme appareils d'essai pour le remontage par changements de position. Le mouvement tridimensionnel de la montre dans le champ de gravitation terrestre modifie la direction de l'accélération terrestre sur le rotor et provoque ainsi le remontage. Le rotor change constamment de sens de rotation, de sorte que l'influence de l'angle mort se fait sentir. Si les dimensions et les nombres de tours déterminants pour le chemin parcouru, donc pour le travail du remontage, sont fixés, alors la méthode d'essais standardisés pour le remontage par changements de position est strictement définie et partout reproductible.

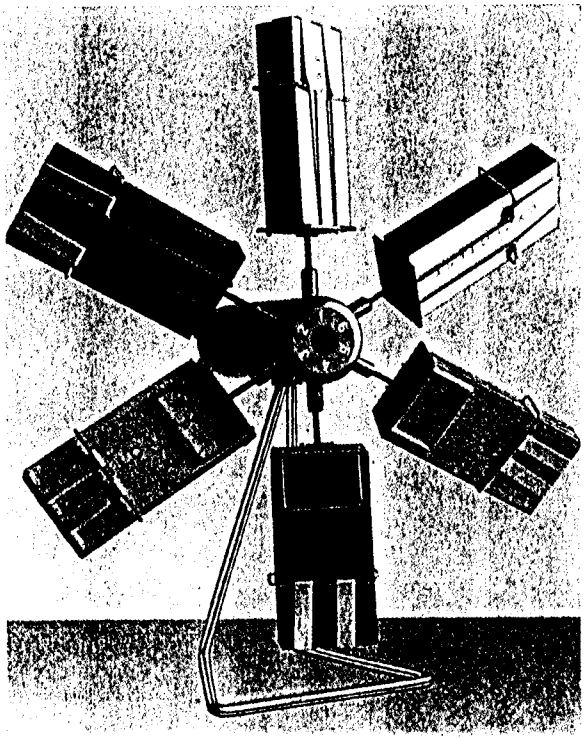


Fig. 6. L'appareil d'essai « Cyclotest ».

Dans les deux appareils mentionnés, les montres sont fixées sur des bras disposés en étoile. Un moteur synchrone fait tourner l'étoile et un engrenage provoque la rotation de chaque bras autour de son axe.

La figure 7 indique les dimensions des bras, donc les conditions d'essai. Bien que dans le « Cyclomat » le parcours des montres à l'intérieur soit plus petit que celui des montres extérieures, l'espace angulaire parcouru est à peu près le même et, comme les essais l'ont montré, les différences qui en résultent sont négligeables pour des essais en séries. Le tableau 5 donne, pour les deux appareils cités, les durées de rotation en fonction des nombres de tours et de la fréquence du courant d'alimentation.

Le nombre de tours est contrôlé automatiquement dans les deux appareils par un compteur à 4 chiffres.

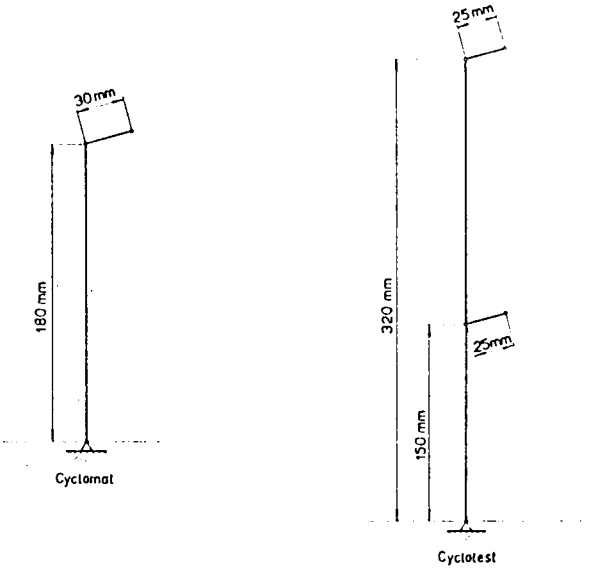


Fig. 7.

Après l'exécution d'un essai on retrouve l'indication du nombre de tours choisi d'avance en appuyant sur un bouton et à l'aide d'un dispositif électrique ; ainsi on peut recommencer le cycle complet pour un nouvel essai.

4.2.2 *Exécution de l'essai*

On peut contrôler des montres terminées aussi bien que des mouvements. Pour les essais sur le « Cyclomat »,

Cyclomat :

Nombre de rotations	Durée 50 hertz (Suisse)	Durée 60 hertz (USA)
250	6 h	5 h 02 mn
500	12 h	10 h 04 mn
750	18 h	15 h 06 mn
1000	24 h	20 h 08 mn
1250	30 h	25 h 10 mn
1500	36 h	30 h 12 mn

Cyclotest :

Nombre de rotations		
250	1 h 01 mn 40 s	49 mn 20 s
500	2 h 03 mn 20 s	1 h 38 mn 40 s
750	3 h 05 mn	2 h 28 mn
1000	4 h 06 mn 40 s	3 h 17 mn 20 s

Tableau 5. Durées de rotation en fonction des nombres de tours et de la fréquence du courant d'alimentation.

les montres doivent être préparées comme il est indiqué sous 3.2. Les essais au « Cyclotest » donnent des résultats moins dispersés si, ici aussi, les montres ont une petite réserve de marche au début de l'essai.

La méthode suivante s'est révélée bonne :

a) laisser la montre s'arrêter en position horizontale ;

b) en tournant la montre tenue verticalement 10 fois autour de l'axe des aiguilles, on crée une petite réserve de marche, puis on met les aiguilles à l'heure. Cette préparation est indispensable pour le « Cyclomat » ;

g) calculer la réserve de marche en faisant la différence entre les valeurs inscrites dans les colonnes 7 et 5 et l'inscrire dans la colonne 8. En soustrayant la réserve de marche initiale de la colonne 9, on trouve la réserve de marche produite que l'on inscrit dans la colonne 10.

4.2.3 *Interprétation des résultats*

Pour interpréter les résultats consignés dans le tableau 6, il suffit de porter les valeurs de la réserve de marche de la colonne 10 et le nombre de tours de la colonne 1 dans le diagramme correspondant de cet essai (fig. 8, 9 et 10) et l'on est tout de suite renseigné au sujet de l'efficacité du remontage automatique.

Pour des essais de laboratoire, la courbe d'armage est déterminée par au moins 4 points. Pour les essais de séries on peut se contenter d'un seul nombre de tours ; il suffit de fixer les limites entre lesquelles la réserve de marche de toutes les montres examinées doit se trouver.

Pour le calcul de la vitesse V de remontage résultant de ces essais, c'est l'équation (14) qui convient :

$$V = \frac{\Delta T}{t_2} + 1.$$

ΔT se lit dans la colonne 10 du tableau 6 ; t_2 est la durée de l'essai et peut être trouvée dans le tableau 5 suivant le nombre de tours.

Appareil d'essais : Date :

Calibre : Nom :

Réserve de marche initiale :

Montre N°	Nombre de rotations ou t_2	Appareil mis en marche		Appareil arrêté		Arrêt de la montre		Réserve de marche T_5 (7 - 5)	Réserve de marche initiale T_1	Réserve de marche ΔT (8 - 9)	Vitesse de remontage $V = \frac{\Delta T}{t_2} + 1$
		Date	L'heure	Date	L'heure	Date	L'heure				
colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tableau 6. Feuille de contrôle pour les essais mécaniques du remontage par gravité.

pour le « Cyclotest », elle ne l'est pas absolument ;

c) fixer la montre sur un bras de l'appareil et faire indiquer au compteur le nombre désiré de rotations ;

d) mettre l'appareil en marche et inscrire sur la feuille de contrôle (tableau 6) le nombre de tours choisi, la date et l'heure du début de l'essai. D'après le tableau 5, calculer l'heure probable de la fin de l'essai et porter dans le tableau 6, colonnes 4 et 5, la date et la durée ;

e) détacher la montre après l'arrêt de l'appareil ou quelques heures plus tard, la mettre en position horizontale. On s'assurera que la montre marche et on la mettra à l'heure ;

f) laisser marcher la montre à plat jusqu'à ce qu'elle s'arrête et inscrire le moment de l'arrêt dans le tableau 6 sous 6 et 7 ;

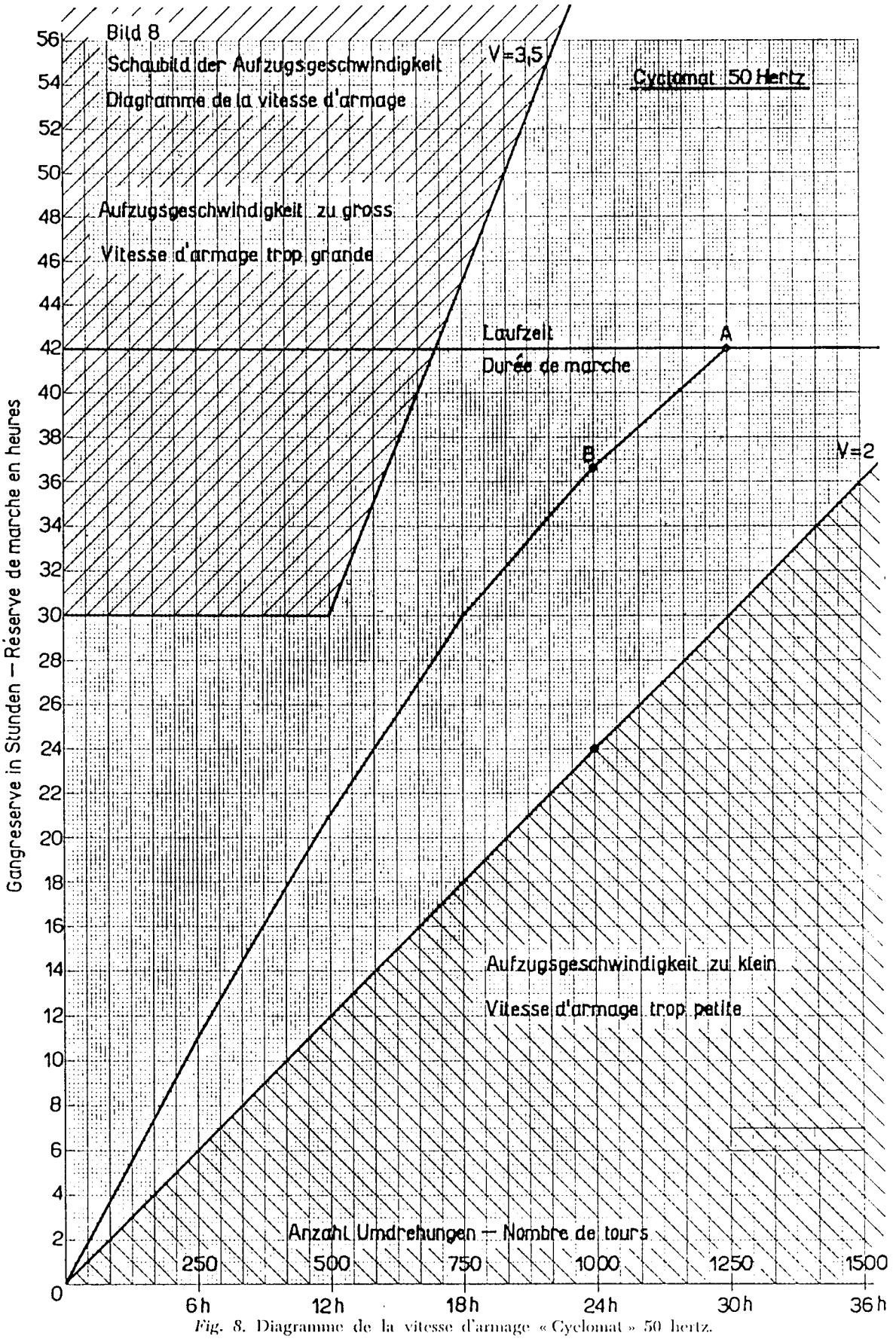


Fig. 8. Diagramme de la vitesse d'armage « Cyclomat » 50 hertz.

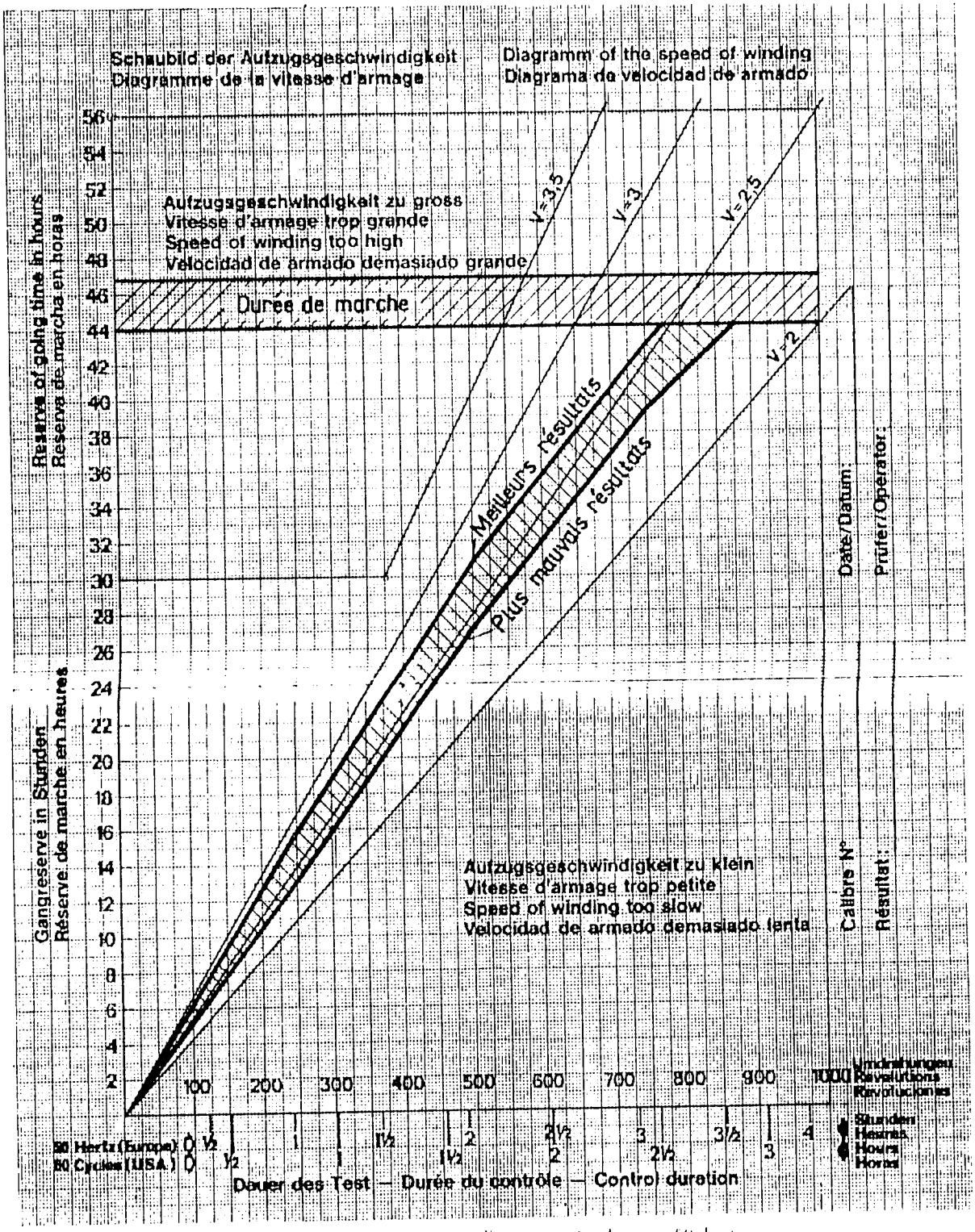


Fig. 9 Diagramme de la vitesse d'armage — Calibre à 50 hertz

La figure 8 montre que la vitesse d'armage diminue lorsque la réserve de marche augmente. Ce qui est facile à comprendre puisque un moment de force grandissant s'oppose au rotor. Si, pour un mouvement de montre donné, on avait enregistré une courbe d'armage, on trouverait facilement, par extrapolation, les vitesses d'armage dans le domaine entier au moyen des vitesses du domaine inférieur.

Le point d'intersection de la courbe de remontage et celle de la durée de marche, c'est-à-dire le point A de la figure 8, permet de déterminer le temps nécessaire pour réaliser l'armage complet. Ce serait une erreur de faire intervenir ce point dans le jugement sur la qualité du remontoir, car il est avantageux d'avoir une petite vitesse de remontage avant le remontage complet (parcours A - B figure 8) pour ménager la bride glissante dans le barillet.

Lors du contrôle de séries de montres, on constate une certaine dispersion des résultats. Pour l'interprétation, les courbes donnant les résultats les meilleurs et les plus mauvais se sont révélées très utiles (fig. 9). Lors du contrôle des séries il suffit que toutes les valeurs soient entre ces limites.

4.2.4 *Essais rapides*

En pratique il est souvent nécessaire de faire des essais rapides en 24 heures ou même moins. Pour les essais de séries, on dispose rarement de plus de 48 heures. Si, pour un mouvement donné, on a une courbe d'armage exacte, on peut, au moyen du tableau 5, calculer une durée d'essai.

Exemple : figure 9. D'après le tableau 5, 250 tours sur le « Cyclotest » durent 1 h 04 mn. D'après la figure 9, les 250 tours doivent dans ce mouvement créer une réserve de marche de 16 heures. Le test peut être fait en 17 h 04 mn.

4.3 *L'essai dynamique (remontage par inertie)*

Pour ces essais, on a imaginé, souvent de façon arbitraire, des appareils « à secousses », dont quelques-uns furent décrits dans les journaux professionnels (8 ; 9). En règle générale les montres décrivent des trajectoires en arcs de cercle pour lesquelles l'angle décrit peut être modifié à volonté. D'après tous les appareils connus, la montre se meut suivant deux dimensions.

Dans un précédent travail (7), j'ai examiné le comportement des montres soumises à des oscillations harmoniques. Pour simplifier l'étude mathématique, j'ai proposé pour ces essais un dispositif à bielle-manivelle. L'analyse mathématique a montré que dans ces appareils d'essais dans lesquels la montre est soumise à un mouvement périodique, le travail du remontoir dépend de l'amplitude et de la fréquence du mouvement périodique et de la relation entre le rotor et le ressort moteur.

La construction de la montre peut être adaptée aux conditions imposées par l'essai dynamique.

L'étude des mouvements du bras du porteur de la montre ne permet pas d'indiquer une valeur pertinente pour l'amplitude et pour la fréquence d'un appareil à secousses, de sorte qu'il est impossible d'établir un rapport entre l'essai dynamique et l'essai au porter. Donc le test dynamique n'est pas recommandable pour déterminer la vitesse de remontage. Par contre le remontage par accélérations peut, suivant le chapitre 5, être utilisé pour l'examen de la durée de vie du dispositif de remontage.

4.3.1 *Détermination de la réserve de marche au moyen de l'appareil « Chappuis »*

L'appareil à secousses le plus connu est l'appareil « Chappuis » dans lequel l'angle décrit peut être, à volonté, de 90°, 120°, 150°, 180°, 240° ou 360°.

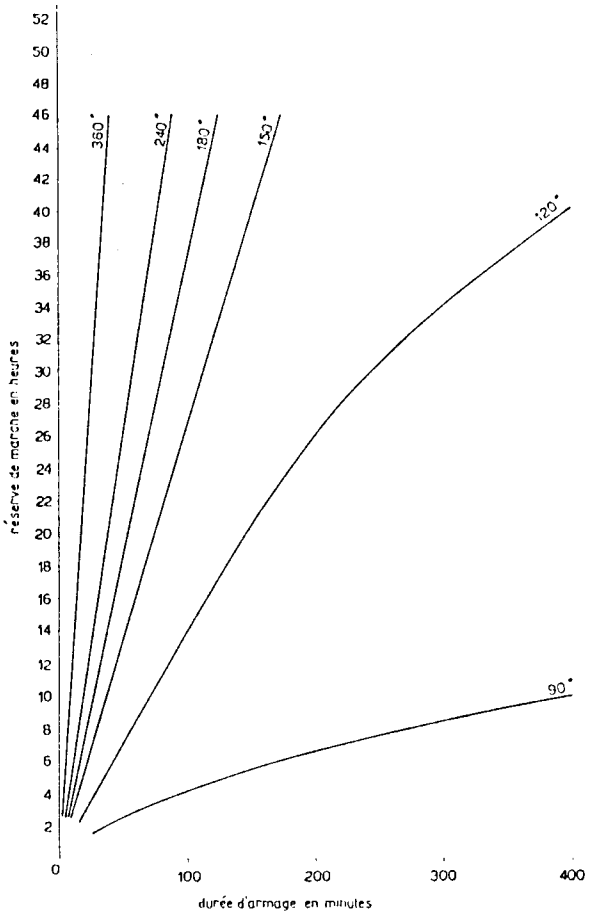


Fig. 10. Diagramme de la vitesse d'armage sur l'appareil « Chappuis ».

Dans la figure 10 nous avons porté en abscisses les durées de remontage sur l'appareil « Chappuis » et, en ordonnées, la réserve de marche en heures et, comme paramètre, l'angle décrit. Les courbes ont été obtenues avec une bonne montre. La figure montre la grande influence de l'angle décrit.

5. La durée de vie des remontoirs automatiques

En combinant les essais statiques et dynamiques, on peut réaliser un vieillissement artificiel et obtenir des renseignements au sujet de la durée de vie des remontoirs automatiques.

Les essais décrits dans 4 sont faits généralement avec des montres fraîchement montées ou récemment nettoyées. J'appellerai les courbes ainsi obtenues celles d'un remontage « vierge » (fig. 11).

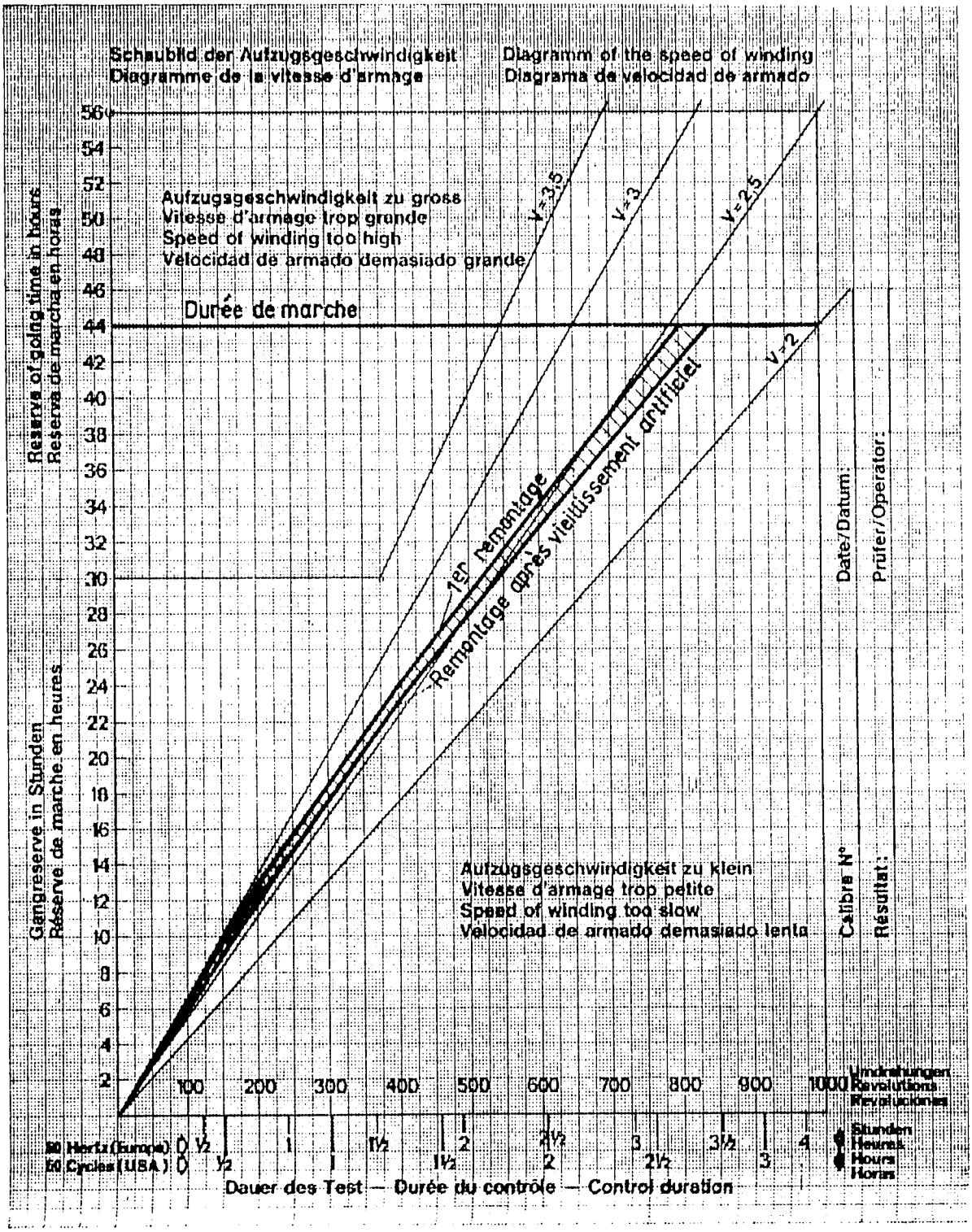


Fig. 11. Vieillissement artificiel du remontage automatique.

5.1 *Exécution des essais pour la durée de vie*

Il est prudent d'examiner au moins 10 montres du même type, fraîchement nettoyées et huilées et de procéder ainsi :

a) la durée de marche est déterminée par remontage manuel et détente normale d'après ce que j'ai dit dans le chapitre 21 ;

b) une courbe de remontage aussi exacte que possible est obtenue avec l'essai statique (« Cyclotest », voir 42) et conformément à la figure 11 dessinée comme courbe « vierge » ;

c) la montre est artificiellement vieillie sur un appareil à secousses (« Chappuis », voir 43). Pour cela il est recommandé de secouer la montre 4 fois par jour pendant une heure d'après l'horaire suivant :

de 7 à 8 heures,
de 10 à 11 heures,
de 14 à 15 heures,
de 17 à 18 heures.

Cette opération est effectuée 5 jours par semaine, du lundi au vendredi, et pendant 5 semaines ;

d) au moyen du remontage manuel et comme il est indiqué sous *a)*, la durée de marche est déterminée. La comparaison des résultats obtenus en *a)* et en *d)* renseigne sur le comportement de l'accouplement glissant (barillet) ;

e) un nouvel essai statique donnera la courbe de remontage après le vieillissement artificiel. La surface entre les courbes dans la figure 11 est une mesure du vieillissement ; elle permet d'exprimer celui-ci en %.

5.2 *Interprétation de l'essai sur la durée de vie*

Des essais avec différents mouvements ont donné, avec le test décrit sous 5.1, une perte par vieillissement de 3 à 30 %. Les meilleures valeurs indiquent un rotor qui, après avoir fonctionné pendant des années, peut créer de la réserve de marche encore aussi facilement que si la montre était fraîchement nettoyée et huilée. Les grandes pertes sont souvent dues à des facteurs producteurs d'usure.

Bibliographie

(1) German, S., Gang und Lagenhäufigkeit tragbarer Uhren. Berichtsbuch IV int. Kongr. f. Chron. 1959. München.

(2) Kocher, H., Beschleunigungsmessungen am Handgelenk des Menschen. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 12 - 1961. Bull. annuel Soc. suisse de chron., IV - 1961.

(3) Franze, K., Handbewegungen zum Zwecke des Automatikaufzuges. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 12 - 1961.

(4) German, S., Weitere Beobachtungen zur Lagenhäufigkeit tragbarer Uhren. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 13 - 1962.

(5) Simsch, E., Lagenhäufigkeit von Armbanduhren. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 13 - 1962.

(6) Kocher, H., Résultats complémentaires de mesures d'accélération au poignet. Bull. annuel Soc. suisse de chron., V - 1963. Jahrb. d. Dt. Ges. f. Chron. Bd. 14 - 1963.

(7) Kocher, H., Recherches sur le comportement des remontoirs automatiques exposés à des oscillations périodiques. Bull. annuel Soc. suisse de chron., IV - 1963.

(8) Leimenstoll, F., Die Bedeutung des Selbstaufzugs für die Gangreserve und die Ganggenauigkeit einer Uhr. Die Uhr Nr. 15 - 1956.

(9) Kühnhanss, H., Über die Leistungsprüfung automatischer Uhren. Die Uhr Nr. 13 - 1958.

Tirage à part du Journal suisse d'horlogerie N° 9/10 - 1965
Scriptar S.A., 1000 Lausanne

Über die «Geheimnisse der automatischen Uhren»

Der Aufzug in einer einzigen Drehrichtung

von P. Béguin

(Siehe Nr. 2/1968 des Schweizer Uhren und Schmuck Journal)

Wir befassten uns in der vorerwähnten Nummer unter Abschnitt 6 mit folgenden Überlegungen :
« Das Aufzugsergebnis in einer einzigen Richtung ist zufriedenstellend, ohne dass aber bestätigt werden kann, dass es gesamthaft gesehen ebenso gut ist wie der beidseitige Aufzug », und weiter unten : « Die Vereinfachung scheint daher eher illusorisch zu sein, und wir glauben kaum, dass irgend ein Vorteil darin liegt, auf den beidseitigen Aufzug zu verzichten », was uns folgern liess : « Insgesamt erweist sich der beidseitige Aufzug als die rationellste Lösung des Problems, was zahlreiche Konstruktionen bis anhin nur bestätigten. »
Unsere Überlegungen erweisen sich heute schon als zu summarisch, denn die Technik schreitet ständig in einem Tempo weiter, das scheinbar feststehende Tatsachen selbst überrundet.
Bei der Drucklegung unseres Artikels über die Geheimnisse der automatischen Uhren waren die Techniker der Firma A. Schild AG bereits in der Lage, zu beweisen, **dass der Aufzug in einer einzigen Richtung gleiche, wenn nicht sogar bessere Leistungen als der beidseitige Aufzug zeitigt,** unter der Voraussetzung der Gleichheit der andern technischen Elemente des Kalibers.
Es obliegt uns daher, an dieser Stelle die Tatsachen und Beweise anzuführen. Wir werden zudem versuchen, dieses Phänomen, das Skepsis und Ungläubigkeit erweckt, zu erklären, dem man sich schlussendlich beugen muss.
Die Erkenntnis der annähernd gleichartigen Wirksamkeit der Systeme mit ein- oder beidseitigem Aufzug mit unbegrenzt drehender Schwingmasse ist nicht neu. Mehrere Konstrukteure kamen im Verlaufe der letzten zwanzig Jahre zu diesen Feststellungen. Gesamthaft schreiben sie dem beidseitigen Aufzug aber eine zusätzliche Sicherheit zu, weil die schwachen Armbewegungen einer maximalen Spannung der Zugfeder förderlich sind. Was neu und unerwartet scheint, ist der höhere Wirkungsgrad des einseitigen Aufzuges.
Die Techniker der Firma A. Schild AG waren bestrebt, dieses Problem zu erhellen, indem sie alle verfügbaren Mittel mit der nötigen Ausdauer einsetzten. Ihre Arbeiten erstreckten sich über Jahre. Systematisch geführte Versuche wurden von einem Erfolg gekrönt, der die optimistischsten Voraussagen übertraf. Nachdem die Ergebnisse gebührend niedergelegt waren, erwies sich die Schaffung eines ersten Kalibers nicht bloss als möglich, sondern sogar notwendig. Anderseits wurden alle Vorkehrungen getroffen, damit die Kundschaft im voraus feststellen konnte, dass diese neue Auffassung des automatischen Aufzuges gegenüber dem beidseitigen Aufzug nur Vorteile bietet.
Die Kaliber AS mit einseitigem Aufzug laufen gegenwärtig unter folgenden Bezeichnungen : 1712/13 - 1716/1717 - 1748/49 - 1862/63 - 1866 - 1873 - 1876 - 1882/83 - 1885/86 - 1892/93 - 1895/96 - 1902/3 - 1906.
Weil die eingehende Beschreibung der wichtigsten unter ihnen in diesem Fachorgan erscheinen wird, begnügen wir uns hier mit der Feststellung, dass ihren Konstrukteuren eine sehr einfache Lösung glückte, die bloss ein Wechslerrädchen und eine Sperrklinke enthält, anstatt der gebräuchlichen Wechselrädchen mit Innenklinken. Besondere Sorgfalt wurde der Kontrolle und dem Vergleich der « aufziehenden » Eigenschaften geschenkt. Mehrere Dutzend Personen mit den unterschiedlichsten Beschäftigungen nahmen während Monaten daran teil. Die Kontrollweise beruhte auf dem gleichzeitigen Tragen zweier Uhren am gleichen Arm und in vollständig entspanntem Zustand. Daraufhin wurden sie eine genau bestimmte Zahl von Stunden getragen. Die gespeicherte Gangreserve wurde in beiden Fällen jeweils genau geprüft.
Eine Bemerkung ist hier noch angebracht : Von zwei identischen, am gleichen Arm getragenen Uhren zieht sich die vom Ellbogen weiter entfernte schneller auf. Diese Erscheinung wurde verschiedentlich festgestellt und wiederholt sich, wenn man die Uhren vertauscht, was beweist, dass es nicht von ungleichen innern Eigenschaften herrührt. Der Unterschied in der Grösse von 5 bis 10 % ist gering und bleibt unbeachtet, wenn man nicht genaue und wiederholte Messungen vornimmt. Die Erklärung dafür ist einfach : die Armbewegungen vermitteln der Schwingmasse verschiedenartige und zahlreiche Beschleunigungen, von denen ein guter Teil das Ellbogengelenk zum Ausgangspunkt hat. In diesem Fall ist aber die lineare Geschwindigkeit der Uhr proportional der Entfernung zu ihrem Drehpunkt. Eine normal getragene Armbanduhr befindet sich auf ungefähr 24 cm Entfernung vom Ellbogen, während eine zweite Uhr um etwa 3 bis 4 cm nähergerückt ist. Gleich

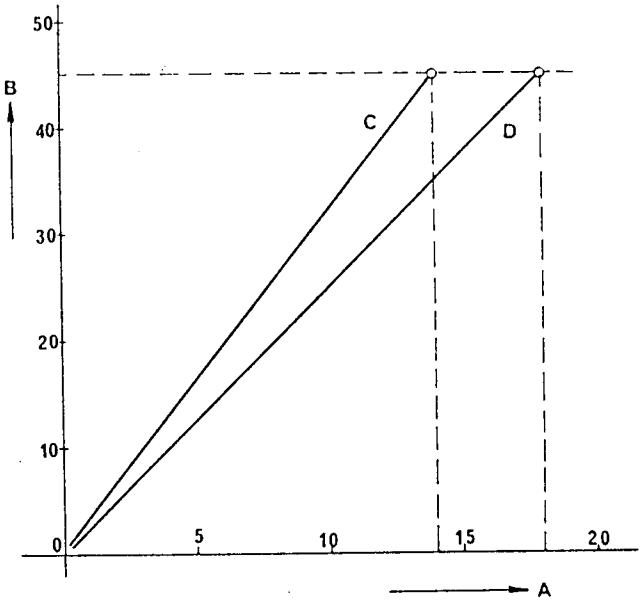
steht es mit den Drehbewegungen des Vorderarmes, die sich umso stärker auf die Uhr übertragen, je näher sich dieselbe bei der Hand befindet. Werden nun zwei Uhren zusammen getragen, die eine mit beidseitigem Aufzug in normaler Entfernung und die andere mit einseitigem Aufzug näher beim Ellbogen und man stellt während der gleichen Zeit eine gleiche Gangreserve fest, so kann daraus eine deutliche Überlegenheit des einseitigen Aufzuges abgeleitet werden. Alle hier besprochenen Versuche wurden derart durchgeführt, dass die Uhr mit einseitigem Aufzug in der ungünstigeren Stellung war. Die Ergebnisse der letztern übertrafen bei gleicher Gangzeit häufig die andere Gangreserve. Die Wiederholung der Versuche unter den verschiedensten Bedingungen bestätigte diese Ergebnisse. Seither kamen alle anfänglich skeptischen Kunden und Uhrenträger zur gleichen Schlussfolgerung. Hier die zahlenmässigen Ergebnisse einer der zahlreichen Vergleiche: 45 Träger erhielten gleichzeitig je zwei praktisch identische Uhren, die eine mit beidseitigem Aufzug normal getragen, die andere mit einseitigem Aufzug näher am Ellbogen. Nach einer mittlern Tragzeit von 7 1/2 Stunden (Schwankungen zwischen 6 und 9 1/2 Stunden) erreichte die Gangreserve von Uhren mit beidseitigem Aufzug den Durchschnittswert von 19 Stunden (Schwankungen von 12 bis 32 Stunden), während jene der Uhren mit einseitigem Aufzug auf 27 Stunden erhöhten (Schwankungen von 15 bis 45 Stunden). Die Verbesserung zugunsten der letztern beträgt 40%! In einigen Fällen übersteigt der Unterschied 50%. In bloss zwei Fällen verrät der beidseitige Aufzug einen leichten Vorteil, während der andere in einer sehr annehmbaren Grössenordnung liegt.

Parallel dazu gaben drei weitere Träger ihre Uhren erst nach 16 Stunden zurück. Jene mit beidseitigem Aufzug verzeichneten eine mittlere Gangreserve von 29 Stunden (Extremwerte bei 15 und 32 Stunden), während jene mit einseitigem Aufzug 43 Stunden (Extreme von 40 bis 50 Stunden) erreichten. Der Unterschied zugunsten des einseitigen Aufzuges erreicht nahezu 50%.

Versuche über eine längere Tragzeit ergaben kein genaues Ergebnis aus dem einfachen Grund, als die meisten Uhren ihren maximalen Spannungsgrad erreichten. Aus den zahlreichen erhaltenen Ergebnissen können wir aber folgern, dass die Uhren mit einseitigem Aufzug die vollständige Spannung nach ungefähr 14 Stunden erreichten, während der beidseitige Aufzug dazu 18 Stunden benötigt **(siehe Abb.).**

Befassen wir uns jetzt mit der Untersuchung einer überzeugenden Erklärung des vorstehend beschriebenen Phänomens. Man versteifte sich bis anhin nicht ohne Grund auf die Konstruktion von Automatenmechanismen, bei denen die geringste, wenn auch langsame Armbewegung die Feder sicher spannen kann, so dass selbst Träger mit spärlichen Bewegungen ihre Uhr aufzuziehen vermögen. Anders ausgedrückt, wurde die **statische Leistung,** gekennzeichnet durch die Tätigkeit des Schwingmassemomentes allein, als wichtiger erachtet als die **dynamische Leistung,** welche von den Beschleunigungen der Uhr stammt, wobei jede Bewegung der Schwingmasse einen gewissen Antrieb verleiht. Die obenstehend angeführten Ergebnisse unterstreichen nicht bloss, dass die dynamische Leistung in Mechanismen mit beidseitigem Aufzug allgemein oft ungewollt unterschätzt wurde, sondern dass besonders diese Leistung eine vordringliche Bedeutung bei Schwingmassen mit einseitigem Aufzug hat.

Man versteht dieses Phänomen vielleicht noch besser, wenn man überlegt, dass die Schwingmasse nach jeder Bewegung der Uhr sehr rasch in ihre Ruhelage zurückkommt oder dorthin zu gelangen trachtet (der Schwerpunkt in vertikaler Ebene geht durch die Lagerstelle). Bei jeder Beschleunigung reagiert die Schwingmasse durch ihre Trägheit mit einer gewissen Verzögerung, wobei sie unter dem kombinierten Einfluss ihres Momentes und der erreichten Geschwindigkeit einen Schwung erlangt, der sie über ihre neue Ruhelage hinausführt. Die Schwingmasse wird dann umso weiter drehen, je geringer der auftretende Widerstand ist.



Mittlerer Aufzugsverlauf beim Tragen.
A = Tragzeit in Stunden.
B = Gangreserve in Stunden.
C = Aufzug in einer Richtung.
D = Aufzug in beiden Richtungen.

Handelt es sich um die Aufzugsrichtung, so ist die Wirkung augenblicklich, wie in allen Konstruktionen mit beidseitigem Aufzug vorgesehen ist. Beginnt dagegen die Schwingmasse-Drehung im Leerlauf, so wird sie sich bedeutend weiter verlagern, um beim Zurückdrehen den Aufzug zu betätigen. **Dieses Phänomen ist umso betonter, je kürzer die Eigenschwingungsdauer der Masse ist.** Es wird begünstigt durch die breite Abschrägung der Schwingmasse, die durch die Verwendung von Schwermetall möglich wird.

Eine andere, in fabrikatorischer Hinsicht nicht unwesentliche Auswirkung ist noch zu erwähnen. Es betrifft den Einsatz von Maschinen zum Aufziehen der automatischen Uhren. Die gegenwärtigen Maschinen werden vorwiegend für den Aufzug von Uhren entwickelt, deren Schwingmasse in beiden Richtungen arbeitet und besonders die statische Leistung nutzt. Daraus ergibt sich, dass die Uhren mit einseitigem Aufzug länger auf der Maschine verbleiben müssen, bis sie vollständig aufgezogen sind. So benötigt die meistverwendete Maschine Chappuis, unseres Erachtens zwei Minuten für eine Gangreserve der Uhr von ungefähr einer Stunde. Die Uhren müssen daher während 45 bis 50 Minuten auf dem Apparat bleiben, um für 24 Stunden aufgezogen zu werden.

Abschliessend fassen wir die **Vorteile des einseitigen Aufzuges** wie folgt zusammen: **Konstruktion und Aufbau einfacher, Aufzugwirkung gleich oder oft besser.** Die Solidität der Vorrichtung steht den Mechanismen mit beidseitigem Aufzug keineswegs nach.

UN PROGRÈS DÉCISIF DANS LE REMONTAGE AUTOMATIQUE DE LA MONTRE

PAR WALTER SCHAEREN

Département technique
Mido

On parle beaucoup, actuellement, de montres automatiques. Mais on ne pense pas, en prononçant ces deux mots devenus familiers, aux recherches longues et patientes qui ont abouti à la création de la montre « qui se remonte d'elle-même ». Aujourd'hui encore, des chercheurs tenaces poursuivent leurs études pour créer des mécanismes de remontage automatique toujours plus perfectionnés. Dans une technique en pleine évolution, des découvertes sensationnelles voient le jour. Nous ne saurions donc ignorer plus longtemps les progrès considérables qui ont été faits tout récemment dans ce domaine.

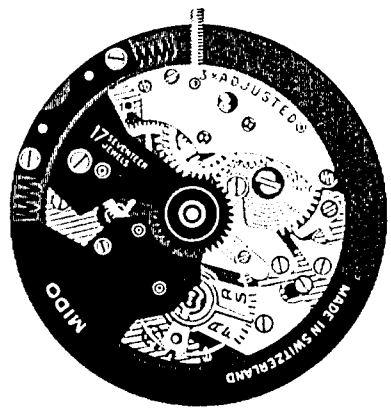
Qu'est-ce qu'une montre automatique ? C'est une montre qui n'a pas besoin d'être remontée, qui se remonte d'elle-même. Dès que la montre-bracelet fut à la mode, il y a plus de trente ans, des techniciens horlogers eurent l'idée d'utiliser les mouvements naturels du bras pour remonter la montre. Mais les premiers mécanismes qui furent mis au point étaient trop compliqués et ne purent pas être fabriqués en série.

A la même époque des recherches étaient poursuivies également pour rendre la montre-bracelet 100 % étanche à l'eau et aux vapeurs. Or, le point faible des premières montres étanches était la tige de remontoir : on n'avait pas encore mis au point un joint parfaitement étanche. Les mouvements de la tige de remontoir usaient les joints utilisés alors et l'eau s'introduisait dans la boîte par cette ouverture. Dans les montres automatiques, en revanche, la tige de remontoir n'était presque plus utilisée et le joint d'étanchéité restait intact.

C'est ainsi que les études sur l'étanchéité incitèrent les techniciens à rendre la montre également automatique. Depuis lors on a découvert un joint d'étanchéité parfait, et les montres non automatiques peuvent être rendues aussi 100 % étanches.

Parmi les fabriques d'horlogerie qui réalisèrent la montre à la fois étanche et automatique, Mido joua véritablement le rôle de pionnier. Il y a plus de vingt ans, elle lançait ses premiers modèles 100 % étanches et automatiques, qui marquèrent une étape importante dans l'histoire de la technique horlogère.

Pour remonter la montre, Mido utilisa les mouvements naturels du bras. Le premier système de remontage qu'elle adopta est celui de la masse oscillante dont le chemin est limité par des butées. Une masse de métal oscille autour du mouvement de la montre : à chaque extrémité de sa course, elle est arrêtée par une butée, munie d'un ressort.



Les mouvements du poignet impriment à la masse excentrique des oscillations. L'énergie ainsi créée est transmise au ressort moteur au moyen d'un engrenage démultiplicateur.

Cette première montre automatique présentait déjà de remarquables qualités de simplicité et de solidité, condition absolue d'un fonctionnement sûr. Le rhabillage en était facile, ce qui est d'une grande importance pour une montre automatique, surtout à l'étranger.

Mido eut ensuite recours au système du « rotor » : la masse excentrique oscillant autour du mouvement de la montre n'est pas arrêtée par des butées, elle tourne librement autour du mouvement. On utilise pour le remontage les oscillations de la masse dans l'un ou l'autre sens, ou dans les deux sens. En dépit de son apparente simplicité, ce système présente certains désavantages : le mécanisme, composé d'un grand nombre de pièces, est compliqué. Il en résulte que les rhabillages sont difficiles, surtout pour l'horloger étranger, qui doit se procurer un plus grand nombre de fournitures originales. D'autre part le mécanisme du rotor occupe plus de place en hauteur. Si l'on ne veut pas renoncer à une construction [illegible]e, il est difficile de le loger dans une boîte très plate et élégante.



Enfin le mécanisme du rotor présente un troisième désavantage : le remontage est pour ainsi dire continuel et s'effectue avec trop de facilité ! L'excédent de force motrice est perdu en usure, tensions et glissements superflus. Il en résulte une usure rapide des pièces essentielles au bon fonctionnement.

Les désavantages du système du rotor ont incité Mido à conserver pour les montres hommes le système de la masse oscillante à chemin limité par des butées. En revanche, elle a adopté le système du rotor pour ses modèles de montres dames, en en corrigeant les défauts dans la mesure du possible. Pourquoi Mido a-t-elle adopté le système du rotor pour les montres dames ?

Ce que l'on cherche avant tout dans la montre dame, c'est l'élégance de la ligne, donc aussi la petitesse. Par conséquent, on tendra à diminuer le plus possible le diamètre de la montre. Or, dans le système à butée, la masse oscillante déborde du mouvement lui-même et se meut autour du mouvement. Le diamètre de la montre est forcément augmenté.

Dans le système du rotor, au contraire, la masse oscillante est superposée au mouvement lui-même. Elle se déplace au-dessus, et non pas autour du mouvement. On gagne ainsi de l'espace en largeur. Cet espace est précieux, car le mouvement des petites montres rondes de dames ne peut pas être réduit indéfiniment sans que la solidité et le bon fonctionnement en soient compromis.

Etant donné les inconvénients du système du rotor, Mido a poursuivi ses recherches en vue de créer un autre système, plus perfectionné. Ses efforts persévérants ont été couronnés de succès. Elle vient de mettre au point le système de remontage « Mido-Powerwind », qui inaugure véritablement une nouvelle ère dans la technique du remontage automatique.

Le mécanisme Powerwind est aussi plat que le mécanisme à butées, donc plus plat que le rotor. Mido pourra l'utiliser pour les montres hommes, car il peut être logé dans une boite élégante et mince.

D'autre part, le mécanisme Powerwind n'occupe pas plus de place en largeur que le rotor. Il sera donc également utilisé pour les montres dames.

Ce nouveau système présente les avantages réunis des mécanismes à butées et à rotor, en supprimant tous les défauts de ce dernier. Il garantit donc un fonctionnement absolument sûr.

Par quel moyen Mido est-elle parvenue à un résultat aussi remarquable ? Par la simplification du mécanisme. La simplicité et la robustesse, tels ont toujours été les critères des grandes inventions. Or, ce sont précisément les marques distinctives du nouveau sytème Mido Powerwind.

Sept pièces seulement, et non plus 16 ou davantage comme dans tous les systèmes actuels : ces chiffres illustrent avec éloquence le résultat extraordinaire auquel est arrivée la fabrique d'horlogerie Mido. Le fait de réduire à 7 le nombre des pièces détachées du mécanisme de remontage automatique constitue à lui seul une véritable performance.



Les mécanismes simples durent ! La solidité du nouveau système Mido Powerwind est beaucoup plus grande du fait de son extraordinaire simplicité. Les risques de dérangement sont considérablement réduits, et, surtout, le rhabillage est extrêmement facile. L'horloger du Siam ou de la Côte d'Or n'aura aucune peine à réparer un mécanisme aussi simple, d'autant plus que le Service Mondial Mido lui fournira toutes les pièces nécessaires.

La masse oscillante est très légère et se trouve presque en équilibre avec le ressort moteur lorsque ce dernier est remonté au maximum. Le remontage tend donc à s'arrêter à ce moment-là. On évite ainsi des frictions et l'usure de toutes les pièces est beaucoup moins grande. D'autre part, la fatigue du ressort est diminuée et les dangers de rupture éliminés par le nouveau ressort Mido « Permadure », infatigable et incassable. Ce ressort est de plus amagnétique.

Dans le système Mido Powerwind, un engrenage composé d'un petit nombre de mobiles transmet instantanément au ressort moteur l'énergie créée par le moindre mouvement du bras.

Le remontage est facile et continuel et s'effectue sans aucune usure et surtension du ressort. Mido a ainsi résolu l'un des problèmes les plus difficiles qui se soient posés aux constructeurs de montres automatiques.

« On la met au bras, elle marche ! », peut-on dire de la montre Mido Powerwind. L'automatisme de la montre répond au besoin de confort qu'éprouve tout homme civilisé. Un simple fait le prouve : une personne qui a porté une montre automatique pendant quelque temps ne peut plus s'en passer ! L'homme moderne ne remonte plus sa montre, de même que l'automobiliste ne démarre plus à la manivelle !

Une révolution dans le domaine de l'automatisme: telle est la véritable signification de la dernière invention de Mido, qui consolide ainsi sa position de pionnier de la montre automatique.

Montre à remontage automatique

et seconde au centre

La construction de la montre à remontage automatique a fait l'objet de nombreuses recherches. Bénéficiant des expériences faites dans ce domaine, les constructeurs s'ingénient à la perfectionner sans cesse, et on y adjoint maintenant la seconde au centre. Parmi les créations récentes nous décrirons quelques-uns des principes qui sont à la base du mouvement 11 ½''' 410 et 415 de Felsa S. A., à Granges.

Remontage automatique

Le remontage automatique s'opère généralement par les mouvements angulaires d'un volant, ou masse oscillante, pivotant au centre du mouvement, du côté des ponts. Les déplacements du volant sont souvent limités à ¼ de tour et un train d'engrenages démultiplicatifs transmet ce mouvement, mais dans un sens seulement, au ressort de barillet. Dans la plupart de ces constructions, ¼ de tour du volant remonte le ressort de barillet de 1/80 à 1/100 de tour.

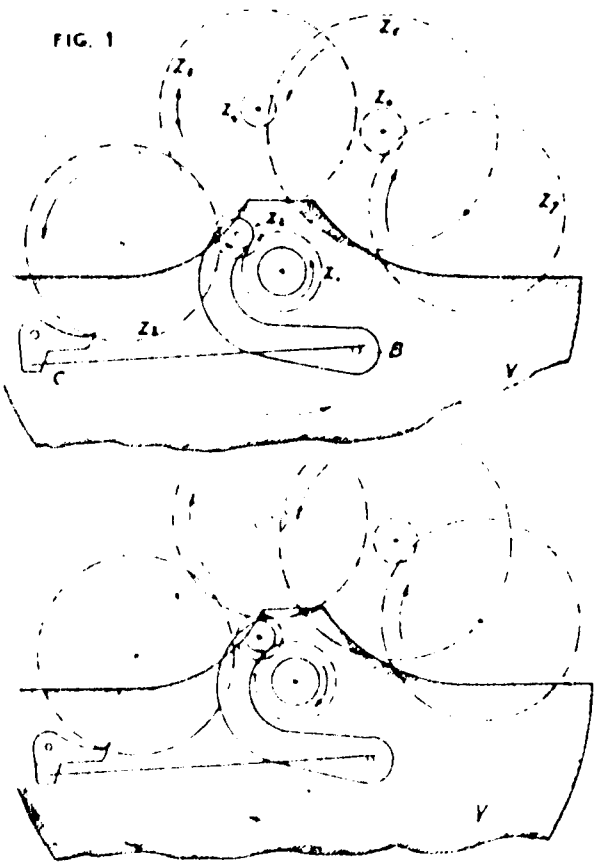
D'autres dispositifs, parmi lesquels les calibres « Bidynator », ainsi dénommés par la maison Felsa, adoptent un volant dont les mouvements angulaires ne sont pas limités, et celui-ci, qu'il tourne dans un sens ou dans l'autre, provoque toujours un remontage du ressort. Dans ces conditions, on utilise beaucoup plus complètement tous les mouvements et les chocs que reçoit la montre. D'autre part, la quantité d'armage du ressort correspondant à ¼ de tour du volant peut être abaissée de 1/200 à 1/100 de tour, ce qui permet de diminuer d'autant la masse du volant.

Un volant léger provoque moins d'usure et moins de risques de rupture de l'axe. D'autre part, il permet de réduire sa hauteur et de loger un mouvement de plus grand diamètre.

Le principe appliqué pour le remontage dans les deux sens est décrit par la figure 1. Sous le centre du volant V est fixée une roue Z_1 de 25 dents qui engrène avec un pignon Z_2 de 11 dents, pivotant à l'extrémité d'une bascule B.

Selon que le volant, sous l'action des mouvements du bras, tourne dans un sens ou dans l'autre, le pignon Z_2 engrène dans l'une ou l'autre des deux roues Z_3. Ainsi que le montre la figure 1, la roue Z_5 tourne de ce fait constamment dans le même sens et remonte le rochet de barillet Z_7 par l'intermédiaire du train d'engrenages Z_4 Z_5 Z_6.

FIG. 1



Représentation schématique de l'action du volant pour le remontage du ressort.

Sans entreprendre une étude complète et très précise de ce mécanisme, il est cependant intéressant d'indiquer par quelques chiffres comment s'opère cette action du remontage automatique.

La figure 2 montre schématiquement la composition du rouage qui transmet la puissance vive du volant au rochet de barillet.

Nous avons pour 1 tour de volant :

$$N Z_7 \quad \frac{Z_1 Z_2 Z_4 Z_6}{Z_2 Z_3 Z_5 Z_7} \quad \frac{25 \cdot 11 \cdot 8 \cdot 8}{11 \cdot 66 \cdot 72 \cdot 11}$$

$$\frac{1}{130} \text{ tour du rochet.}$$

ce qui est le cas dans ce genre de montres, du moins pendant la journée, le ressort de barillet doit être pourvu d'un dispositif permettant au ressort de glisser dans son barillet. Nous touchons ici un point délicat de construction, car il faut éviter le danger d'une montre qui « rebat ». Comparons maintenant ce moment de force transmis à celui du ressort au haut de l'armage. Le diagramme de la figure 2 nous renseigne. L'ordonnée au 6me tour d'armage est 35 mm. Le ressort étalon utilisé sur le dynamomètre s'allonge de 3 grammes par millimètre. Le bras de levier sur le barillet étant de

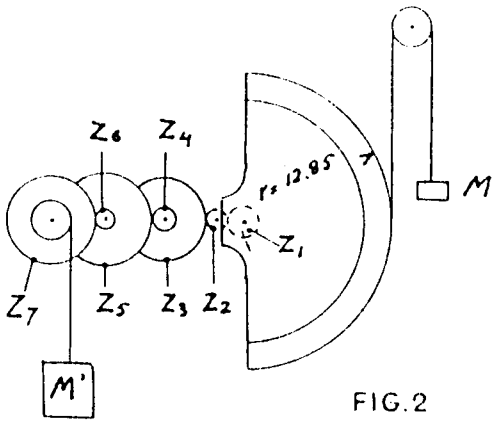
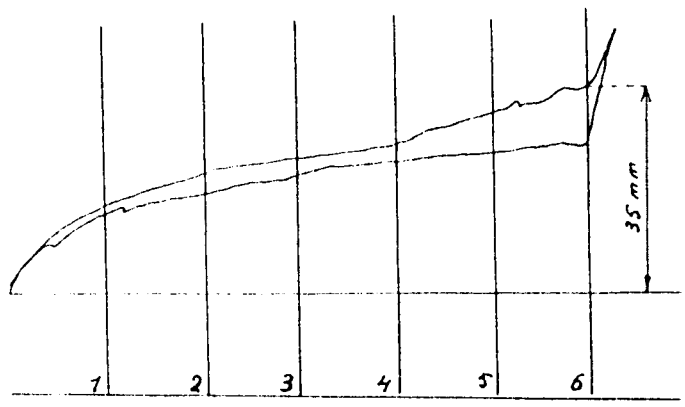


FIG. 2



A gauche : Rouage démultiplicatif transmettant le moment de force M du volant au rochet Z_7 agissant sur le barillet. A droite : Diagramme du ressort mesurant le moment de force au 6me tour d'armage.

Lorsque le volant pivote seul et librement sur son axe, il faut un poids de 1.30 g. pour le maintenir en équilibre. Le moment de force du volant est donc égal à ce poids multiplié par le bras de levier qui est r = 12.85 mm.

Moment de force du volant $P \cdot r$ = 1.30 . 12.85 = 16.70 g.mm. L'engrenage étant démultiplicatif, le moment de force transmis au ressort est : 16.70 . 130 = 2171 g.mm. Il faut tenir compte du rendement des engrenages que nous pouvons fixer à 0.90 par engrenage. Comme il y en a 4, le rendement global est 0.90^4 = 0.65.

Le moment de force transmis est donc réduit à 2171 . 0,65 = 1410 g.mm. Le moment de force réel est supérieur, car nous avons fait une mesure statique sans tenir compte que sous l'action des chocs, le volant est lancé à une certaine vitesse, inconnue et très variable, qui peut augmenter considérablement sa puissance vive.

Lorsque le ressort est complètement remonté, 10 mm., le moment de force correspondant est : 35 . 3 . 10 = 1050 g.mm., alors que le volant donne, au minimum, un moment moteur de 1410 g.mm.

La montre à remontage automatique doit posséder une tige de remontoir pour la mise à l'heure des aiguilles. On admet aujourd'hui qu'il est nécessaire que la tige de remontoir puisse également opérer le remontage de la montre. La nécessité d'un remontage à la main se présente lorsque la montre est ôtée du poignet ou lorsqu'elle est portée par une personne malade dont les mouvements du bras sont très réduits.

Pour réaliser ces deux fonctions, remontage à la main et remontage automatique, il est nécessaire que ces deux fonctions ne se gênent pas mutuellement. La figure 3 représente schématiquement le dispositif adopté. Sur le carré C de l'arbre du barillet sont ajustés deux ressorts cliquets superposés R_9 et R_7.

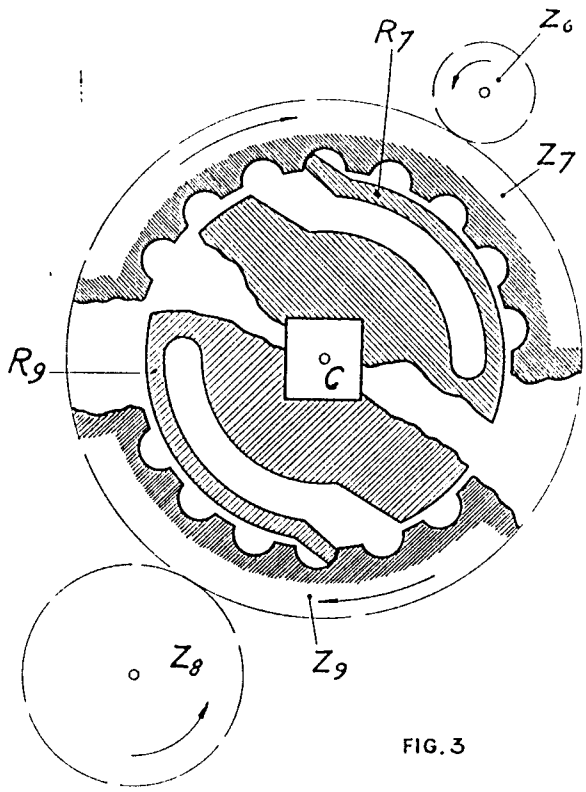


FIG. 3

Accouplement à dent cliquets et rochets superposés permettant d'opérer le remontage à la main sans gêner l'action du volant.

Le cliquet R_9 agit dans la denture intérieure d'un rochet Z_9 commandé par le mobile Z_8, en relation avec la tige de remontoir.

Le cliquet R_7 agit dans la denture intérieure d'un second rochet Z_7 commandé par le dernier mobile Z_6 du mécanisme de remontage automatique.

Le dessin montre clairement que, lors du remontage à la main, la roue Z_8, tournant dans le sens de la flèche, fait tourner le rochet Z_9 dans le sens de la flèche. Ce rochet entraîne le cliquet R_9 et opère le remontage du ressort. Pendant ce temps, le cliquet R_7 fait déclic dans la denture du rochet Z_7.

Dans le cas du remontage automatique, le mobile Z_6 en tournant dans le sens de la flèche entraîne le rochet Z_7 dans le sens de la flèche et le cliquet R_7 fait tourner l'arbre de barillet dans le sens du remontage. Pendant ce temps, le cliquet R_9 fait déclic.

Seconde au centre

Pour actionner une grande aiguille de seconde au centre d'un mouvement, on peut ajouter un rouage supplémentaire qui actionne cette aiguille. Mais on connaît l'inconvénient d'une aiguille ainsi commandée ; il faut freiner son mouvement par la pression d'un léger ressort afin d'éviter l'effet des jeux d'engrenage.

Il est préférable d'insérer l'axe de l'aiguille dans le rouage même, c'est-à-dire en série avec les autres mobiles. Cette construction modifie généralement la répartition des différents mobiles, aussi est-il intéressant de signaler la solution originale adoptée dans ce calibre.

Le barillet Z_1, figures 4 et 5, commande comme d'habitude le pignon de moyenne Z_4 par le pignon et la roue de centre Z_2, Z_3. Mais, et c'est ici la disposition nouvelle, l'axe de la moyenne porte deux roues, dont l'une Z_5, solidaire du pignon, engrène avec le pignon de seconde au centre Z_6 et l'autre Z_7, libre sur son axe et recevant la force par le pignon Z_6, engrène avec le pignon normal de seconde trotteuse Z_8 du rouage. On voit que cette construction permet de passer d'un calibre de seconde au centre à un calibre avec seconde trotteuse en changeant simplement le pignon de moyenne.

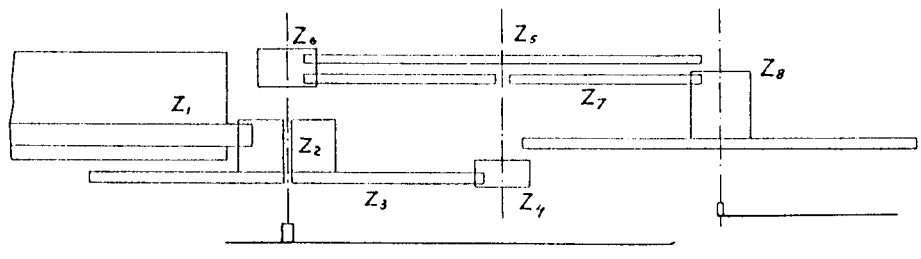


FIG 4

Représentation schématique du rouage permettant de réaliser la seconde au centre ou la seconde trotteuse habituelle par substitution d'un pignon à un autre.

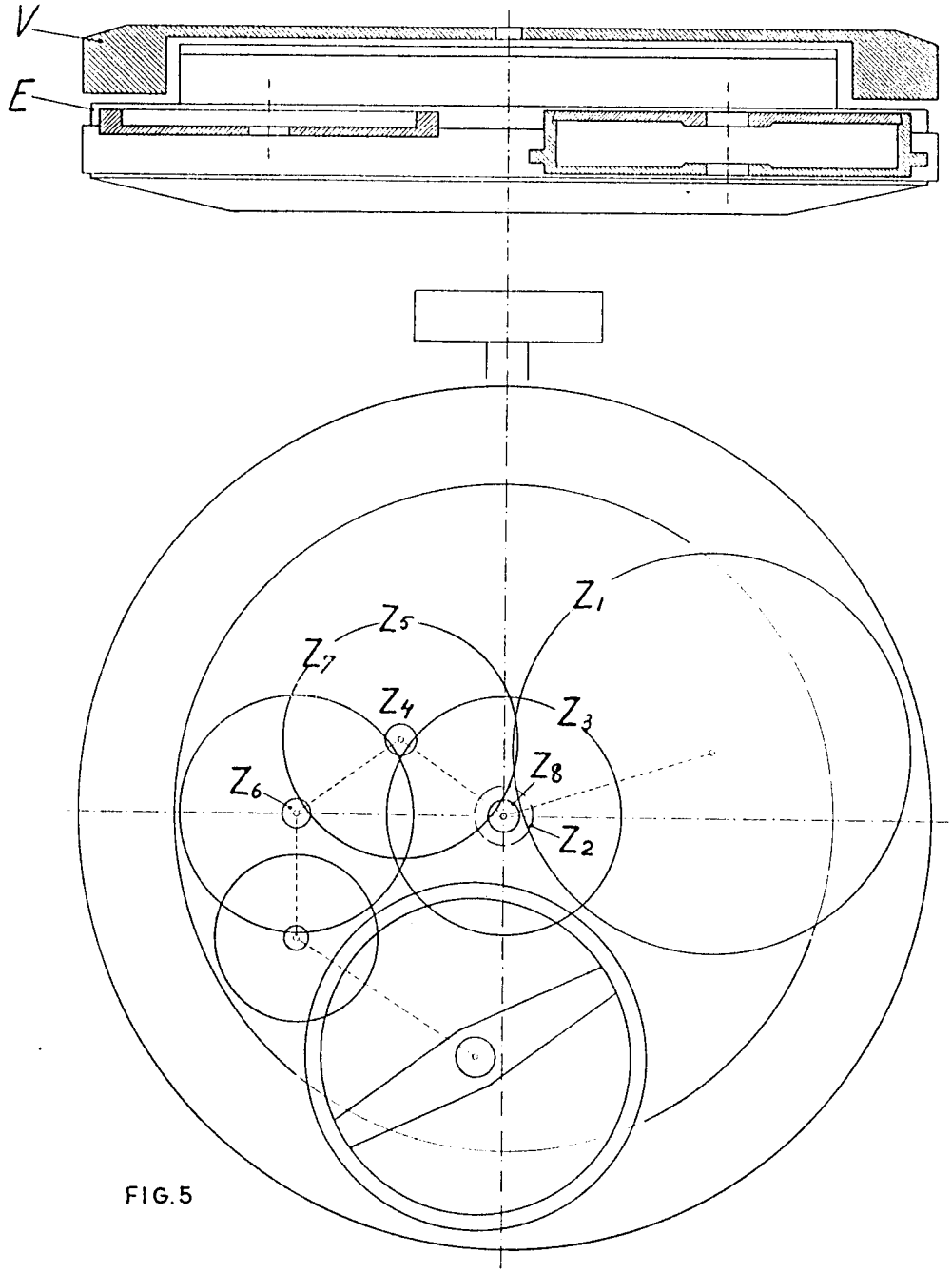


FIG.5

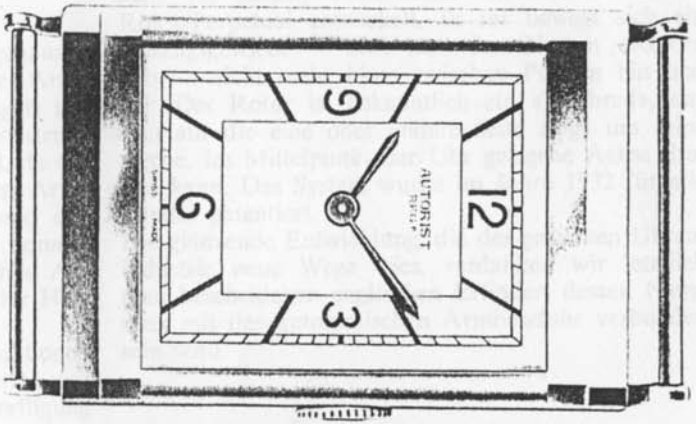
Vue en plan et en coupe montrant la possibilité de construire un mouvement de même diamètre que celui du volant. Le volant passe sur le barillet et sur le balancier.

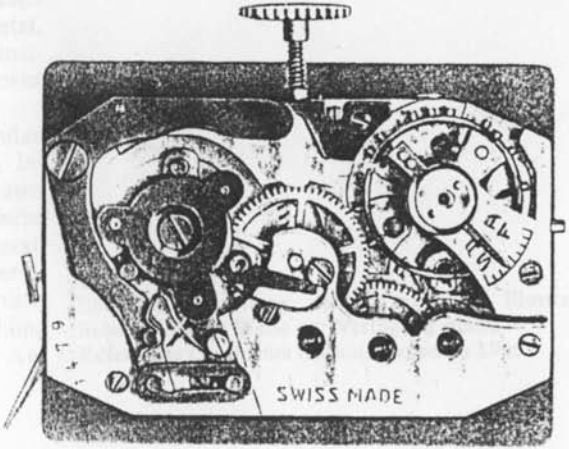
Les vues en plan et en coupe de la figure 5 montrent la disposition du rouage. Le volant V, du fait qu'il a pu être allégé, est assez mince pour pouvoir passer sur le barillet et le balancier. Seuls les ponts sont entaillés en E sur leur pourtour extérieur. Ils conservent malgré cette entaille toute la surface nécessaire pour leur assurer une assiette suffisante. Un avantage appréciable réside dans le fait que le diamètre du mouvement est égal au diamètre du volant.

Enfin, le volant est fixé sur son axe par un ingénieux dispositif à ressort qui permet de l'éloigner du mouvement à l'aide d'une brucelle, en exerçant une pression sur un ressort accessible de l'extérieur du volant.

G.-A. Berner.







John Harwood 1894-1965