

Die elektrischen Einzeluhren

Von
Oberingenieur F. Thiesen

**Elektrische Uhren
und Uhren
für technische
Zwecke**

Band I

Elektrische Uhren
und Uhren für technische Zwecke

Band I

Die elektrischen Einzeluhren

Ihre Bauart, Pflege und Instandsetzung

Von Oberingenieur F. Thiesen

Mit 77 Abbildungen

Berlin 1936

Verlag der Deutschen Uhrmacher-Zeitung
Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co.

Alle Rechte, insbesondere dasjenige der Übersetzung in fremde Sprachen vorbehalten
Nachdruck von Text und Abbildungen verboten

Copyright

by

Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co., Berlin 1937

Druck von A. Seydel & Cie. Aktiengesellschaft, Berlin SW61

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
I. Einleitung	7
II. Aufzugsfolge und Gangreserve als Faktoren der Gangleistung	9
III. Elektromagnet und Motor als Aufzugsorgan	11
IV. Der Kontakt	20
V. Grundsätzliches über Schlagwerke für Einzeluhren	27
VI. Grundsätzliches über die Eigenarten und die Verwendung der verschiedenen Systeme von Einzeluhren	28
VII. Die einzelnen Konstruktionen	
1. Aufzug mit Elektromagnet für Starkstrom und mit Gangreserve	30
2. Aufzug mit Elektromagnet für Starkstrom ohne Gangreserve	34
3. Aufzug mit Elektromagnet für Schwachstrom	36
4. Aufzug mit polarisiertem Magnet für Wechselstrom und mit Gangreserve (Assa-Uhr)	43
5. Aufzug mit Asynchron- oder Gleichstrommotor und mit Gangreserve	44
6. Aufzug mit Ferraris-Motor und mit Gangreserve	53
7. Antrieb mit Ferraris-Motor ohne Gangreserve	59
8. Elektrisch-pneumatischer Aufzug mit Nebenuhrantrieb	60
9. Direkter Antrieb der Unruh durch Schwachstrom	64
10. Unmittelbarer Pendelantrieb mit mechanischem Zeigerantrieb	66
11. Direkter Pendelantrieb mit elektrischer Zeiger- und Nebenuhrschaltung	70
12. Uhren mit Kraftregler	75
13. Elektrische Einzeluhren mit Schlagwerk	79
14. Einzeluhren mit Weckvorrichtung	85
15. Autouhren	86
16. Allstromuhren	87
VIII. Die Instandsetzung von Uhren mit elektrischem Aufzug	
1. Das Uhrwerk — Allgemeine Regeln	89
2. Der Kontakt	90
3. Das Magnetsystem	94
4. Der Motor	95

5.	Die Wicklung	97
6.	Einzelwinke für die Instandsetzung der verschiedenen Selbstaufzugsuhrn	99
IX.	Die Instandsetzung von Uhren mit elektrischem Pendel	
1.	Das Uhrwerk	109
2.	Der Pendelantrieb	109
3.	Der Kontakt	110
4.	Einzelwinke für die verschiedenen Uhren mit elektrischem Pendelantrieb	110
X.	Der Stromverbrauch der elektrischen Einzeluhren	
1.	Starkstromanschluß	113
2.	Schwachstrombetrieb	115
XI.	Die Prüfung nach Stand und Gang der Uhr	117
XII.	Die Prüfung auf technische Daten und Betriebssicherheit . .	122
XIII.	Das Aufhängen und Anschließen der Einzeluhren	126
XIV.	Rundfunkstörungen	129
XV.	Das Entmagnetisieren der Uhrmacher-Werkzeuge	132
XVI.	Fortschrittsergebnisse — Zusammenfassung	139
	Anhang: Kurze Anweisung für das Rechnen mit Vorzeichen . .	141
	Stichwort- und Namenverzeichnis	143

Vorwort

Schon bald nach Übernahme meines Amtes nach dem Weltkriege als Leiter der Deutschen Uhrmacher-Zeitung erkannte ich, daß es mit einer meiner wichtigsten Aufgaben sein würde, dazu beizutragen, daß die elektrische Uhr dem Uhrmacher näher gebracht würde. Im Laufe der Jahre ergab sich noch eine Ausweitung des Gebietes durch die ganz überraschende Zunahme der Uhren oder uhrwerkähnlicher Apparate für technische Zwecke. Wie ich schon in meinem Vorwort zu dem Buch „Verkauf technischer und elektrischer Uhren und Uhrenanlagen einschließlich der Turmuhren“ von Diplom-Kaufmann A. Eifert zum Ausdruck gebracht habe, war es meine erste Sorge, eine ausreichende Darstellung dieses Gebietes in der Deutschen Uhrmacher-Zeitung zu bewirken. Der Wunsch, diese Teile noch besser auszugestalten, führte dann u. a. mit dahin, daß ich die erste sich bietende Gelegenheit benutzte, um in Dr.-Ing. J. Baltzer einen unmittelbaren Bearbeiter dieses Aufgabengebietes zu gewinnen.

Ich hatte weiter erkannt, daß die Darstellung in der Zeitung allein nicht genüge, sondern daß dieser Stoff in Form von Büchern bequemer greifbar gemacht werden müßte. Das führte mit zur Entstehung des erwähnten Buches von A. Eifert, und es ergab sich aus der Arbeit für das Gebiet der elektrischen Uhren heraus auch die Schaffung der Bücher „Grundbegriffe der Elektrotechnik“ und „Praktische Elektrotechnik“ von Dr. W. Kesseldorfer. Vorher hatte ich aber Umschau gehalten nach einem Verfasser für ein Buch, in dem die elektrischen Uhren als Hauptsache behandelt würden, und das geeignet sein könnte, das Buch von Zacharias „Elektrotechnik für Uhrmacher“ den heutigen Bedürfnissen gemäß zu ergänzen oder zu ersetzen. Deshalb hatte ich mich an Obering. F. Thiesen gewandt, mit dem vor vielen Jahren schon einmal ein Vertrag bestanden hatte, im Verlage der Deutschen Uhrmacher-Zeitung ein solches Buch erscheinen zu lassen, und der auch durch zahlreiche Veröffentlichungen in der Fachpresse auf diesem Gebiete hervorgetreten war. Er hatte hierdurch bereits bewiesen, daß er nicht nur über eine ungewöhnlich umfassende praktische Erfahrung auf diesem Gebiete verfügt, sondern es auch versteht, das Gebiet schriftlich zu behandeln.

Es kam bereits im Jahre 1926 zum Abschluß einer Vereinbarung mit ihm über die Herausgabe eines Buches; die Arbeit wurde auch alsbald in Angriff genommen und Einzelstücke daraus in der Zeitung veröffentlicht. Dann setzte aber eine so rasche Weiterentwicklung auf dem Ge-

bierte der elektrischen Uhren ein, daß es unmöglich war, dieser Entwicklung mit einem Buche zu folgen. Die fast vollendete Arbeit konnte deshalb zunächst nicht weitergeführt werden. Die Wirtschaftskrise machte die Fortsetzung der Arbeit dann weiter vollends unmöglich. Nachdem nun aber ein gewisser Abschnitt in der technischen Entwicklung erreicht zu sein scheint und der Wunsch nach Unterrichtung auf diesem Gebiete immer dringender geworden ist, hat sich der Verlag entschlossen, den Gedanken der Herausbringung eines solchen Fachwerkes wieder aufzugreifen. Erfreulicherweise hat sich Oberingenieur F. Thiesen erneut bereitwillig in den Dienst der Sache gestellt, um seine umfangreichen Erfahrungen den Lesern darzubieten. Von der Schaffung eines umfassenden Gesamtwerkes konnte ich mir keinen Erfolg versprechen, weil man damit der technischen Entwicklung nicht genügend folgen kann; deshalb haben wir uns dazu entschlossen, das Aufgabengebiet einschließlich der Uhren und uhrwerkähnlicher Apparate für technische Zwecke aufzuteilen und in einer Reihe von Bänden zusammenzufassen, die sich leichter auf den neuesten Stand der Technik bringen lassen, und die vor allen Dingen auch den Lesern die Anschaffung erleichtern. Auch hierfür habe ich bei dem Verfasser Verständnis gefunden. Nun tritt der I. Band des Gesamtwerkes seinen Weg in die Welt an; ich hoffe, daß er eine freundliche Aufnahme finden wird, womit dem Verfasser, dem Verlag und allen Mitarbeitern der beste Dank für die große Mühe der Herausbringung dieses Werkes zum Ausdruck gebracht würde.

Berlin, im Dezember 1936.

Fr. A. Kames.

I. Einleitung

Wenn auch die Elektrotechnik schon seit rund achtzig Jahren mit der Uhrentechnik verknüpft wurde, einmal, um das Aufziehen der Uhren von Hand in ein selbsttätiges zu verwandeln, und zum andern, um die Uhren eines Gebietes oder Hauses zu einer genau gleichmäßigen Zeitanzeige zu bringen, so hat doch die Einbürgerung der elektrischen Uhren in den ersten Jahrzehnten nur langsame Fortschritte gemacht. Es fehlte sowohl an einer wissenschaftlichen Durchdringung der Konstruktionsarbeiten wie an einer erfolgsicheren Vertriebsart. Es entstanden Fehlkonstruktionen, deren Vertrieb berechnete Reklamationen brachte und leider auch den einwandfreien Erzeugnissen das Interesse des legalen Händlers, des Uhrmachers, teilweise genommen hat. Die elektrische Uhr gelangte in die Hände von Vermietungsgesellschaften, und sie wurde von besonders geschulten Fabrikvertretern planmäßig vertrieben. Sehr hohe Verdienste sind dadurch den Uhrmachern entgangen, und es ist von ihnen auch dann noch der Anschluß verpaßt worden, als die guten Konstruktionen längst als Bedürfnis erkannt und durch vielfache technische Verbesserungen zu durchaus betriebssicheren Geräten gemacht worden waren.

Nachdem nun das seit Jahren geübte Versäumnis erkannt wurde, gilt es, ein zum großen Teil verlorenes Absatzgebiet zurückzugewinnen. Hinsichtlich der zu übenden Verkaufsmethoden kann man sich an die von den Nichtuhrmachern längst geübte Praxis vielfach anlehnen; sie haben es vorzüglich verstanden, die beiden Hauptvorteile der elektrischen Uhr, die hohe Ganggenauigkeit und den Fortfall der Bedienung, dem Publikum als starke Überlegenheit den mechanischen Uhren gegenüber hinzustellen. Die elektrische Uhr in ihren verschiedenen Arten setzt sich täglich mehr durch; der Fachmann muß die Kenntnis aufbringen, die für jeden Fall zweckentsprechende Art anzubieten.

Jeder denkende Uhrmacher muß sich die Frage vorlegen und beantworten, ob er sich mit einem ständig fallenden Absatz der Großuhren zufriedengeben oder sich tatkräftig dem Vertrieb elektrischer Uhren widmen will. Zwar ist das Eindringen in die Technik dieser Uhren etwas unbequem, aber es wird sich lohnen; die Arbeit ist eine sehr lehrreiche, und der Meister ist es seinem Nachwuchs schuldig, dieses Gebiet zu beherrschen und zu beackern.

Jeder Verkauf setzt Warenkenntnis voraus, besonders für technische Artikel komplizierter Art. Auf elektrische Uhren bezogen kann diese Warenkenntnis nur durch ein Sonderstudium erworben werden entsprechend der Verschmelzung der Uhrentechnik mit der Elektrotechnik

in vielartigen Konstruktionen. Dieses Sonderstudium soll dem Uhrmacher durch die hier begonnene Bücherreihe so leicht wie möglich werden.

Der vorliegende Band I behandelt die elektrischen Einzeluhren. Diese haben in den letzten fünfzehn Jahren eine ganz besondere Durchbildung erfahren, und ihnen kommt heute auch für den Ladenverkauf stark erhöhte Bedeutung zu. Wenn auch jede besondere Art der elektrischen Uhren ihr besonderes Absatzgebiet findet, so ist doch die Einzeluhr unter allen Umständen in jeder Gegend und für jedes Haus, in großen und kleinen Wohnungen verwendbar. Denn sie wird in allen Gehäusearten, für alle Stromarten und für alle Spannungen gebaut, also für Wechsel-, Gleich- und Batteriestrom sowie für Spannungen von 250 Volt an bis zu 2 Volt herunter. Es darf besonders nicht unbeachtet bleiben, daß nach den Untersuchungen des Instituts für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik der Technischen Hochschule zu Karlsruhe die Gangleistungen elektrischer Einzeluhren um ein Vierfaches besser sind als die mechanischer Uhren mit gleicher, mittlerer Pendellänge.

Der beschränkte Umfang der einzelnen Bände gestattet es nicht, auch nur einen kurzen Lehrgang über Elektrotechnik zu bringen. Demgemäß ist an geeigneten Stellen durch Fußnoten auf den Inhalt der sehr verständlich geschriebenen Bücher „Grundbegriffe der Elektrotechnik“ und „Praktische Elektrotechnik“ von Dr. Kesseldorfer hingewiesen.

In allen Bänden wird neben einer übersichtlichen Beschreibung besonders der Reparatur der Uhren und Apparate Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es wird das Ziel verfolgt, den Uhrmacher auf diesem Sondergebiet ebenso selbständig zu machen, wie er es in mechanischen Uhren ist. Will er sich außerdem über die Besonderheiten des Betriebes der elektrischen Uhren unterrichten, so sei auf das im gleichen Verlag erschienene kleine Buch von Diplomkaufmann A. Eifert, „Verkauf technischer und elektrischer Uhren und Uhrenanlagen“, hingewiesen. Darüber hinaus soll diese Bücherreihe Technikern und Konstrukteuren eine Übersicht über dies Fachgebiet und Anregungen geben.

Den herstellenden Firmen spreche ich meinen Dank aus für die bereitwillige Überlassung von Prospekten und Versuchswerken. Die Deutsche Uhrmacher-Zeitung hat mich besonders unterstützt durch die Bereitstellung der vielen aus der Feder ihres Schriftleiters, Dr.-Ing. Baltzer, stammenden Arbeiten sowie einer Reihe von Arbeiten von Dr. Kesseldorfer, Dr. v. Socher, Carl Rahaberg u. a., und die Schriftleitung half mir kräftig durch eine sorgfältige Durchsicht meiner Ausführungen. Schließlich danke ich dem Verlag für die vornehme Ausstattung des Bandes.

Vorschläge zur weiteren Ausgestaltung des Buches und Anregungen zur Verbesserung werden immer willkommen sein. Auch der Verlag wird solche gerne an mich weiterleiten.

Höchberg-Würzburg, im Dezember 1936.

Der Verfasser.

II. Aufzugsfolge und Gangreserve als Faktoren der Gangleistungen

Als „Einzeluhren“ im Sinne der Technik elektrischer Uhren werden mechanische Uhren bezeichnet, die, mit Pendel- oder Unruhhemmung versehen, auf elektrischem Wege aufgezogen werden, oder auch Pendeluhren, deren Pendel elektrisch angetrieben wird. Während man in Deutschland seit langen Jahren infolge des hohen Standes unserer Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen den selbsttätigen Aufzug bevorzugt, sind in anderen Ländern die durch Schwachstrom angetriebenen elektrischen Pendel mehr verbreitet, besonders in Frankreich.

Als Antriebskraft der Uhren mit Selbstaufzug wird sowohl das Gewicht wie die Feder benutzt. Das Gewicht beherrscht die Haus- und die Hauptuhr, die Feder die Zimmer- und Tischuhr. Üblicherweise läßt man die Kraft an dem Minutenrade angreifen, während in Präzisions-Pendeluhren (Riefler) das Zwischenrad angetrieben wird. Das hat seinen Grund darin, daß mit der kleineren Räderübersetzung der Reibungsfehler geringer wird, ebenso wie die Ölreibung mit ihrem veränderlichen Wert.

Der Zweck eines Selbstaufzuges ist verfehlt, wenn die Uhr nicht einen erheblich besseren Gang zeigt als die mechanische Uhr gleicher Qualität. Ist der Gang einer Uhr mangelhaft, so äußert sich das an elektrischen Uhren viel mehr als wie an mechanischen, weil die elektrische Uhr nicht aufgezogen und bei der Gelegenheit nach der richtigen Zeit gerichtet wird. Somit häufen sich die täglichen Fehler zu monatlichen, die dann schließlich dem Besitzer stark auffallen und ihm die Uhr verleiden. Der vorzügliche, d. h. r e g e l m ä ß i g e Gang einer Einzeluhr ist die Folge der sehr gleichmäßigen Antriebskraft, da die Feder in kurzen Pausen immer wieder nachgespannt oder das Gewicht wieder gehoben wird.

Es ist einleuchtend, daß die Federspannung und damit die Zugkraft um so gleichmäßiger auf die Hemmungsteile einwirkt, je ö f t e r der Aufzugsvorgang sich wiederholt. Schon seit mehr als zwanzig Jahren ist durch Versuch festgestellt worden, daß eine Aufzugsfolge von drei bis fünf Minuten ganz hervorragende Uhrgänge zeitigt. Diese Gänge sind auch dann von Dauer, wenn für die richtige Bemessung der Kraft am Steigrade oder am Ankerrade gesorgt ist. Es sei hier bemerkt, daß an den Spitzen der Zähne eines Graham-Steigrades einer guten vollplatinen Uhr eine Kraft von 0,8 bis 1 cmg und an einem nach Schwarz-

wälder Art von 1,3 bis 1,5 cmg vorhanden ist. Kleiner sollte die Kraft nicht sein, weil die Uhr sonst durch Ölverdickung und Staub ihren Gang später verliert.

Soweit es sich um Schwachstromuhren handelt, sind also die Gangergebnisse durch eine kurze Aufzugsfolge außerordentlich hoch zu treiben, und zwar ständig. Anders kann es bei Starkstromuhren werden. Sie sind unter allen Umständen mit einer Gangreserve zu versehen; folglich kann nur eine Zugfeder die Antriebskraft liefern, ein Gewicht ist, mit Ausnahme von Hausuhren und Hauptuhren, unverwendbar. Diese Zugfeder arbeitet natürlich normalerweise im Starkstrombetriebe genau so gleichmäßig wie im Elementbetriebe. Wenn aber einmal der Starkstrom ausbleibt, so arbeitet die Uhr stundenlang und manchmal viele Stunden mit der Gangreserve. Dadurch findet ein starker Abfall der Zugkraft statt, der auf die Gangergebnisse meistens einen erheblichen Einfluß ausübt, dabei aber nie als Gangverbesserung wirkt.

Die durch Gangreserve-Ablauf entstehende Gangänderung wird gemildert durch eine möglichst lange und schwache Zugfeder; denn eine lange Feder kommt erst spät an den Knick des scharf abfallenden Teils ihrer Kraftkurve, und die Kraftkurve einer schwachen Feder verläuft flacher als die einer starken. Somit wird der Kraftänderungs-Fehler um so kleiner, je mehr der Antrieb vom Minutenrad abgerückt und dem Hemmnungsrad genähert ist.

Die vorstehende kurze Betrachtung sagt uns, daß

1. die elektrische Einzeluhr kurzfristig aufziehen soll, daß
2. die Gangreserve im ablaufenden Zustand den genauen Gang der elektrisch aufgezogenen Einzeluhr beeinträchtigt, und daß
3. diese Beeinträchtigung durch eine lange und schwache Zugfeder zum Teil aufgehoben werden kann.

In den nachfolgenden Teilen des Buches sind Beweise für diese Vorgänge und Verhältnisse erbracht, wie auch Mittel für die Verbesserung der Gangfehler den Lesern bekannt werden.

Hinsichtlich der Ausführung der Werke sei vor besonders feiner Verzahnung der Eingriffe und vor kleinen Triebdurchmessern gewarnt, da der eindringende Staub den Reibungsfehler dann besonders vergrößert und den Gang der Uhr ungünstig beeinflusst.

III. Elektromagnet und Motor als Aufzugsorgan

Die Frage nach dem vorteilhaftesten Aufzugssystem, ob Schwinganker oder Motor, ist noch nicht geklärt; beide werden noch nebeneinander benutzt. Für Uhren mit Schlagwerken zieht man anscheinend den Motor vor, obgleich in der Konstruktion des Hauptuhraufzuges der Firma *Wagner*, Wiesbaden, seit vielen Jahren ein geräuschloser Schwingankeraufzug für Gewichtsbetrieb vorliegt.

Schwierigkeiten des Motorantriebes

Der Motoraufzug ist keineswegs geräuschloser als der Schwingankeraufzug, was durch die vielfach verwendete hohe Drehzahl verschiedener Arten von kleinen Motoren bedingt ist. Aber man glaubt, durch das Aufziehen in langen Pausen und zu Nachtzeiten das Geräusch unbeachtet machen zu können. Durch diesen scheinbaren Vorteil tauscht man aber eine mangelhafte Regulierfähigkeit ein.

Man beachte ferner, daß kleinste Motoren normaler Ausführung, wenn auch mit guten Kollektoren für Gleich- oder Wechselstrom, so doch mit Kohlenbürsten versehen, kaum die für den Uhrenbetrieb erforderliche Betriebssicherheit besitzen. Es hat sich stets gezeigt, daß die Kohle in Verbindung mit Schmutz und der Luftfeuchtigkeit den Kollektor verschmiert, und daß es hiergegen kein Mittel gibt. Ebenfalls ist ein Kupferkollektor in Verbindung mit Kupferbürsten bei kleinsten Motoren (Energieaufnahme 1 Watt und weniger) unbrauchbar, weil der Kollektorfunkle die Berührungsstellen verbrennt. Bei derartig winzigen Motoren ist der Kontaktdruck im Verhältnis zur Kollektorgeschwindigkeit zu klein. Am brauchbarsten ist ein Kollektor mit Feinsilberlamellen und Schleiffedern aus einer Spezialbronze (Kupfer 85 %, Zink 13,5 %, Phosphor 0,5 %), wie dies durch eine große Versuchsreihe der deutschen Marine für die Zwecke des Kreiselkompasses erwiesen worden ist.

Aber auch unter Anwendung dieser Hilfsmittel und von etwaigen Funkenlöschmitteln wird ein Motor mit einem Anker von weniger als fünf Spulen und einem Kollektor von weniger als fünf Lamellen trotzdem betriebsunsicher sein, weil sich nach einiger Betriebszeit fast regelmäßig „Totpunkte“ im Anlauf einstellen. Durch allmählich entstehende zusätzliche Reibungsverluste und Widerstandszunahme am Kollektor wird das Anlaufmoment geschwächt, wodurch bei dem

großen Zugwinkel der einzelnen Ankerspule und einem meistens vorhandenen exzentrischen Schwerpunkt des Ankers eines Tages der Motor nicht mehr anläuft.

Die Schwierigkeiten des Motorantriebes für Uhren sind also sehr vielseitig, und es kann nur empfohlen werden, sie durch Anwendung eines kollektorlosen Motors oder eines der Uhr angepaßten Schwinganker-Systemes zu umgehen. Ist aber der Motor für einzelne Fälle erforderlich, dann benutzt man mit Vorteil einen eisenlosen Anker im Felde eines permanenten Magneten und verwendet allen Scharfsinn darauf, die infolge des geringen Drehmomentes von 4 bis 10 cmg nicht entbehrliche Übersetzung einfach und billig zu gestalten. Ein solcher Motor ist betriebssicher.

Grundlagen des Schwinganker-Magnetaufzuges

Für die Aufzüge mit Magnetsystemen verwendet man fast ausschließlich den Schwinganker; nur der Aufzug der Pendeluhr von Dr. Rief-ler besitzt den bekannten Anker für tangentialen Schub. Ebenso selten kommt ein polarisiertes System in Anwendung, wie beispielsweise bei der Hauptuhr von Siemens & Halske.

Der Schwinganker ist einfach und betriebssicher; er verhindert alle schädlichen Erscheinungen der „Remanenz“, und er gestattet infolge seiner Drehbewegung eine zwangsläufige Kontaktführung, wodurch es möglich wird, Einschalt- und Ausschaltstellung des Kontaktes der Ankerbewegung anzupassen und dadurch eine beste Ausnutzung der Zugkraft zu erreichen.

Das Prinzip des Schwinganker - Aufzuges ist in Abbildung 1 durch den alten Kohler'schen Kontakt dargestellt, der hinsichtlich seiner Einfachheit und Sicherheit bemerkenswert ist.

Der Schwinganker A ist auf der Minutenradachse befestigt; durch den Ablauf der Zugfeder dreht er sich langsam im Sinne des Uhrzeigers.

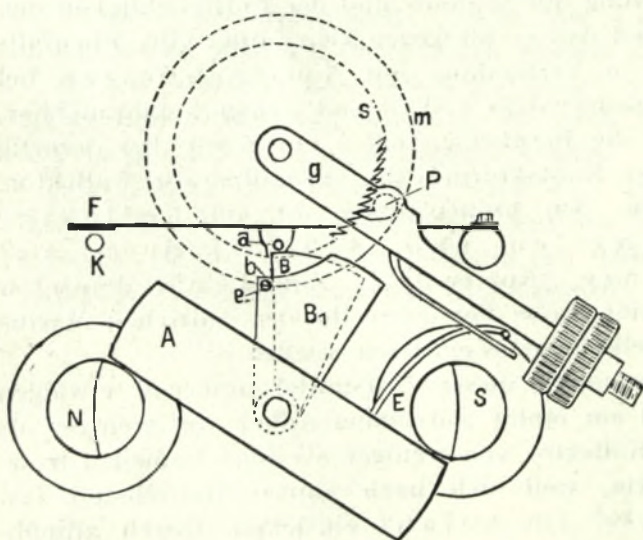


Abb. 1. Prinzip des Schwinganker-Aufzuges mit Kohler'schem Kontakt

In der gezeichneten Stellung wird der Stift *a* der Kontaktfeder *F* bald von dem Segment *B* auf den Bogen *b* des Segmentes *B*₁ abfallen, wodurch Kontaktschluß bei *K* eintritt. Somit werden die Pole des Hufeisenmagneten *NS* magnetisiert; sie ziehen den Schwinganker *A* an, der sich entgegengesetzt der Uhrzeigerdrehung bewegen wird. Nun schleift der Stift *a* an dem Bogen *b* des Segmentes *B*₁ hinauf, wodurch das unter leichter Federkraft stehende Segment *B*, das an dem Stift *e* anliegt, nach rechts zurückgedrängt wird, bis der Stift *a* schließlich sich wieder auf *B* auflegen kann, wodurch Kontakt-Unterbrechung eintritt. Da diese Ankerbewegung eine ruckartige ist, so erfolgt die Kontakt-Unterbrechung mit hoher Geschwindigkeit. Durch den Gang der Uhr dreht sich der Anker wieder allmählich rechts herum, wodurch sich der Aufzugs-Vorgang etwa dreiminütlich wiederholt.

Von größter Bedeutung für sämtliche Schwinganker-Aufzüge ist nun die Stellung des Kontaktes im Augenblick der Ausschaltung zu der Stellung des Ankers. Wenn der Kontakt unterbricht, so soll der Anker zu drei Viertel der Polbreite in seine Polschuhe hineingezogen sein, nicht mehr und nicht weniger. Öffnet sich der Kontakt später, etwa wenn der Anker parallel zu den Polschuhen steht, so tritt eine mit starkem Geräusch verbundene magnetische Bremsung ein; öffnet er sich früher, so wird die Aufzugswirkung nur zum Teil ausgenutzt.

Ist diese Ausschaltstellung genau eingestellt, so ist das Magnet- und Kontaktsystem um so besser, je weiter sich der Anker von den Polschuhen entfernen darf, bis bei entsprechender Aufzugssicherheit der Kontakt sich schließt. Diese Prüfung nimmt man unter Abdrosselung von etwa 20% der Betriebsspannung vor. Näheres ist im Teil VIII unter „Reparatur der Uhren mit elektrischem Aufzug“ mitgeteilt.

Bis zum Kriegsbeginn gab es wohl nur drei Konstruktionen für Starkstrom (*Aron*, *AEG*, *Fuldensia*), während jetzt der Schwachstrombetrieb fast völlig durch den Starkstrom verdrängt worden ist.

Prinzip der Gangreserve

Die Einzeluhren zum Anschluß an das Lichtnetz bedürfen unbedingt einer Gangreserve, damit das zeitweilige Abschalten des Stromes die Uhren nicht zum Stillstand bringt. Eine Gangreserve erreicht man durch die Zwischenschaltung einer Feder zwischen den Aufzugmechanismus und das Uhrwerk.

Früher fand man oft neben der eigentlichen Zugfeder noch eine besondere Reservefeder für die Gangreserve. Diese Konstruktion wirkt nicht günstig, da beide Federn genau aufeinander abgestimmt sein müssen, was selten auf die Dauer aufrechterhalten werden kann.

In Abbildung 2 ist das Prinzip einer Gangreserve mit nur einer Zugfeder dargestellt.

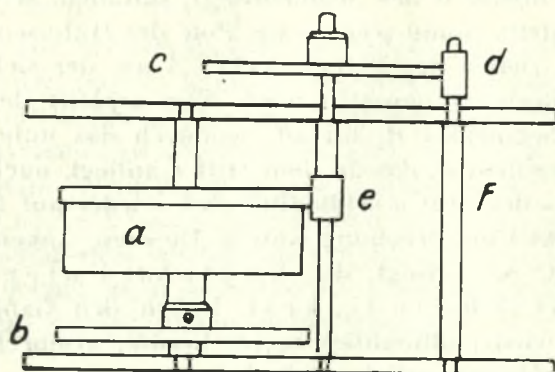


Abb. 2. Prinzip einer Gangreserve mit nur einer Zugfeder

Das Rad *b* greift in das Minutenradtrieb ein; es sitzt auf der Federwelle des Federhauses *a*. Dieses steht im Eingriff mit dem Triebe *e*, das auf gleicher Welle mit dem Rade sitzt, das in das auf der Ankerwelle *f* befestigte Trieb *d* eingreift. Unter Anwendung bekannter Einrichtungen kann die Ankerwelle *f* nun als Motorachse

oder auch als Welle eines Schwingankers verwendet werden.

Richtlinien für die Form und Bemessung von Schwinganker-Systemen

Die Elektromagnet-Systeme für den Schwinganker-Aufzug pflegt man heute fast ausschließlich aus gestanzten Dynamoblechen herzustellen, weil massive Systeme für Wechselstrom unbrauchbar sind und diese Stromart den Gleichstrom mit der Zeit völlig verdrängt. Die Verwendung gewöhnlicher Bleche von 0,5 mm Stärke mit einem Verlust von 3,6 Watt je kg genügt vollkommen.

Die allgemeine Form des Schwinganker-Magnetsystemes ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die beiden Pole *A* und *C* eines hufeisenförmigen Elektromagneten beeinflussen den im Drehpunkt *O* beweglichen Eisenanker *BD*. Die Pole *A* und *C* haben gleiche Kraftliniendichte, da sie als zu einem Magnetsystem gehörig in Reihe liegen; sie wirken mit gleichen Kräften, aber ungleicher Polarität einmal auf die Ankerhälfte *OD* und zum andern auf die zweite Hälfte *OB* ein.

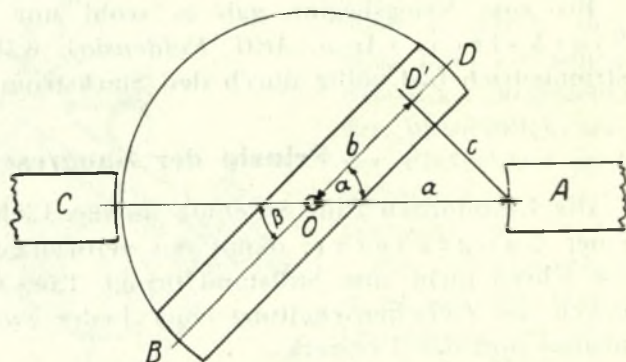


Abb. 3. Allgemeine Form des Schwinganker-Magnetsystems

Zum Schluß dieses Teils ist die Berechnung des Kraftflusses und des Drehmoments von Schwinganker-Systemen dargestellt, was insbesondere für den Konstrukteur in Uhrenfabriken und den Fachschulunterricht aufschlußreich ist.

Daraus ergeben sich die folgenden Richtlinien für die Form und die Abmessung von Schwinganker-Systemen:

Das Drehmoment eines Schwingankers ist umgekehrt proportional der Größe 2α des Zugwinkels und direkt proportional der Kraftliniendichte im Elektromagnetsystem mit der Einschränkung, daß das Drehmoment innerhalb der Polbreite gemäß dem entstehenden sogenannten „Verlustwinkel“ abfällt.

Der Verlustwinkel ist der Übergang zu einem Drehmoment entgegengesetzter Richtung, das einsetzt, sobald der Anker über seine Mittellage

hinausgedreht wird. Geschieht dies infolge der Schwingkraft der beschleunigten Massen bei Kontaktschluß, so tritt eine elektrische Bremsung ein, wie schon erwähnt wurde.

Die in der Praxis vorkommenden Formen und die Abmessungen der Magnetsysteme und ihrer Anker sind nicht immer die vorteilhaftesten. Abbild. 4 zeigt ein System ohne vorstehende Polschuhe und mit breitem Anker, während das System nach Abbildung 5 scharf hervortretende Polschuhe und einen schmalen Anker besitzt; beide Anker sind in einer Ankerstellung von 36° aus der Mittellage gezeichnet. Die Abbildung 4 läßt eine starke Streuung erkennen, die bei Abbildung 5 nicht auftritt. Auch der oft

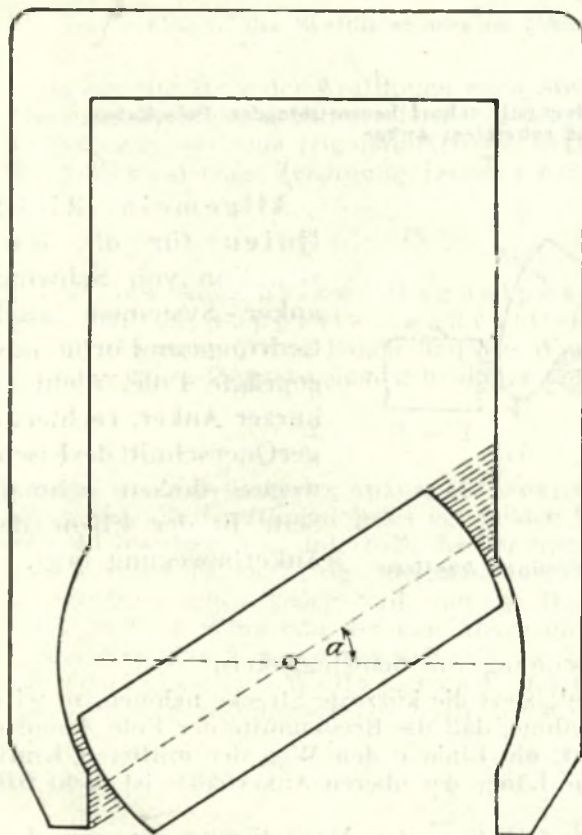


Abb. 4. Schwinganker-System ohne vorstehende Polschuhe mit breitem Anker

benutzte Anker mit nasenförmigen Ansätzen (vgl. Abb. 6), der zur Erzielung eines großen Ankerweges dienen soll, arbeitet mit starken Streuverlusten.

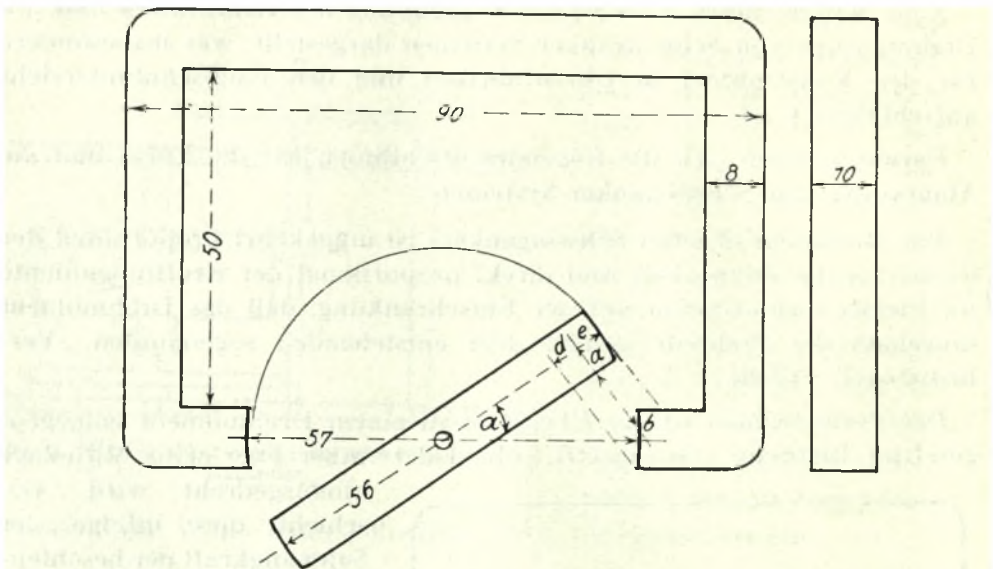


Abb. 5. Schwinganker-System mit scharf hervortretenden Polschuhen und schmalem Anker

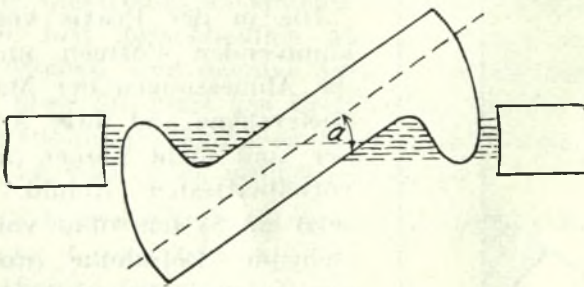


Abb. 6. Schwinganker mit nasenförmigen Ansätzen

Allgemeine Richtlinien für die Konstruktion von Schwinganker-Systemen sind: Gedrungene Form, ausgeprägte Pole, nicht zu kurzer Anker, rechteckiger Querschnitt des Eisenweges, dessen schmale Seite in der Ebene der Ankerbewegung liegt.

Anmerkung über die Berechnung von Schwingankern:

Da die Kraftlinien im Luftwege¹⁾ stets die kürzeste Strecke nehmen, so wird nach Abbildung 3 unter der Annahme, daß die Breitenmitte der Pole A und C auch zugleich Kraftlinienmitte ist, die Linie c den Weg der mittleren Kraftlinie darstellen, und die wirksame Länge der oberen Ankerhälfte ist nicht OD, sondern OD'.

Hiernach ist gemäß den Grundgesetzen des Magnetismus die von dem Magnetpol A auf den Ankerpol D' mit der „Polstärke“ A ausgeübte Zugkraft in „Dyn“ (der Einheit des sogenannten „C.G.S.-Systems)

$$(1) \quad P_1 = \frac{A^2}{c^2} \quad \text{Dyn},$$

¹⁾ Das Verfahren von Prof. Dr. U n g e r zur genauen Bestimmung der Kraftliniendichte ist der Einfachheit wegen nicht benutzt worden.

wobei sich c trigonometrisch aus dem Winkel α und den Abmessungen a und b des Dreiecks OAD' berechnen läßt.

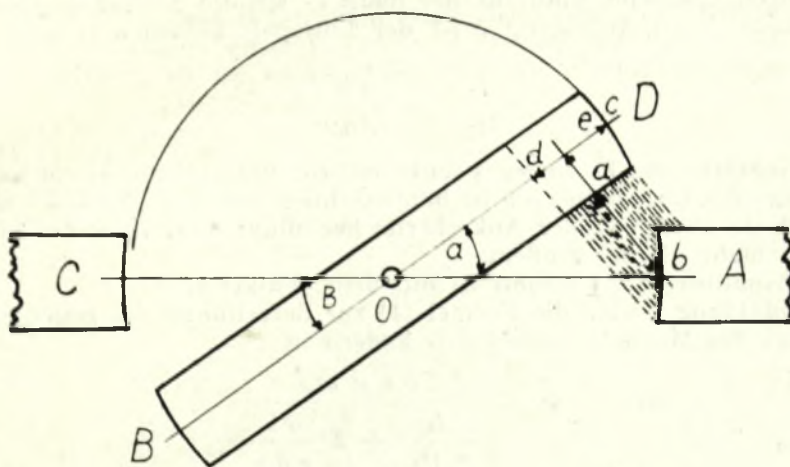


Abb. 7. Die Kraftlinienmitte ist abhängig von der Ankerstellung

Da nun die Mitte der Kraftlinien nach Abbildung 7 sich nicht immer mit der Mitte der Polbreite deckt, sondern von der Ankerstellung abhängig ist, so verzichtet man auf eine trigonometrische Berechnung und entnimmt den Wert der Strecke eb einer Zeichnung. Damit erhält die Formel (1) die Form

$$(2) \quad P_1 = \frac{A^2}{eb^2} \text{ Dyn.}$$

Die Einwirkung beider Magnetpole A und C auf die beiden Ankerpole muß die doppelte Zugkraft eines der beiden Pole ergeben, da A und C gleiche Werte haben und die Winkel α und β ebenfalls gleich sind. Für das ganze Magnetsystem geht daher die Formel (2) über in

$$(3) \quad P = 2 \frac{A^2}{eb^2} \text{ Dyn.}$$

Steht die Mittellinie des Ankers BD senkrecht auf der Mittellinie der Pole AC , so greifen die Kraftlinien jedes der beiden Pole den Anker in gleicher Anzahl sowohl oberhalb wie unterhalb des Drehpunktes an, womit das Drehmoment gleich Null wird. Deckt sich die Mittellinie des Ankers mit der der beiden Pole, so werden α und β gleich Null, und das Drehmoment hat wiederum den Wert Null, weil ein Winkelzug auf den Anker nicht ausgeübt wird.

Der Kraftfluß Φ berechnet sich aus der „erregenden Kraft“ und dem „magnetischen Widerstand“ des Magnetsystems (der sich aus Eisen- und Luftweg zusammensetzt) nach der Formel

$$(4) \quad \Phi = \frac{0,4 \pi w J}{\sum \frac{l_1}{\mu Q_f} + \frac{l_2}{Q_l} + \dots}$$

Hierin ist w die Windungszahl der Spulen, J die Stromstärke, l_1 die mittlere Länge des Eisenweges, μ die „Permeabilität“ des Eisens, Q_f der mittlere Querschnitt des Eisenweges, l_2 die mittlere Länge und Q_l der mittlere Querschnitt eines Luftspaltes. Da die Permeabilität für Luft gleich 1 ist, so nimmt bei großen Luftspalten der Divisor des Ansatzes große Werte an, und der Kraftfluß Φ bleibt klein.

Der Streuung wegen entzieht sich die Bestimmung der Luftspaltverluste der genauen Berechnung. Für bestimmte Fälle kann man einen Streuungs-Koeffizienten durch Versuche ermitteln, der dann in weitere Rechnungen eingeführt werden kann. Nach Abbildung 7 ist der Luftspalt zwischen A und D ange-
nähert

$$(5) \quad \frac{l_2}{Q_{I_2}} = \frac{a b}{c d s},$$

wenn s die Stärke des Eisenweges senkrecht zur Papierebene in cm ist.

Die Länge des Luftspaltes $a b$ ist hauptsächlich von dem Winkel α abhängig, doch wird sie auch von der Ankerbreite beeinflusst, und zwar bei kleinem α prozentual mehr als bei großem.

Die Luftspaltbreite $c d$ nimmt zu mit dem Winkel α .

Nach Abbildung 7 wird die Formel (4) zur Berechnung des gesamten Kraftlinienflusses des Magnetsystemes sich ändern in

$$(6) \quad \Phi = \frac{0,4 \pi w J}{\frac{l_1}{\mu Q_f} + 2 \frac{a b}{e d s}}$$

wobei die Größe der Strecken $a b$ und $e d$ einer Zeichnung zu entnehmen und in cm einzusetzen sind.

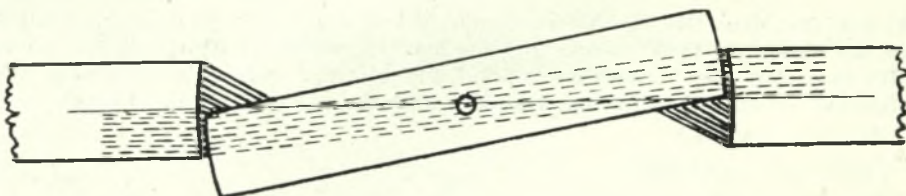


Abb. 8. Ein Teil der Kraftlinien fließt in gerader Richtung durch den Anker, ohne einen Winkelzug auszuüben

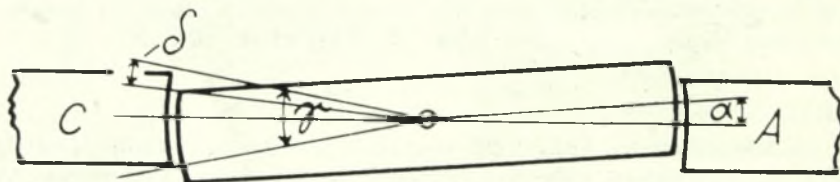


Abb. 9. γ = Polbreitenwinkel, δ = verbleibender Nutzwinkel

Die Formeln (1) bis (3) gelten nicht für den ganzen Ankerweg. Mit beginnendem Einzug des Ankers in die Polschuhe wird eine Anzahl von Kraftlinien in gerader Richtung durch den Anker fließen, ohne noch einen Winkelzug auf ihn auszuüben, wie es die Abbildung 8 zeigt. Wenn demnach nach Abbildung 9 der Winkel γ die Polbreite einschließt und Winkel δ der verbleibende Nutzwinkel ist, so wird die Zugkraft des Poles A oder C um den Betrag

$\frac{\delta}{\gamma}$ geschwächt. Somit nimmt für den Anzug innerhalb der Polbreite die Formel (3) die Form an:

$$(7) \quad P = 2 \frac{A^2}{c b^2} \cdot \frac{\delta}{\gamma} \text{ Dyn.}$$

Die Berechnung des Drehmomentes eines Schwinganker-Magnetsystemes geschieht nach obigen Ausführungen mithin in der Weise, daß man erst mit

Hilfe der Formel (6) den Kraftlinienfluß berechnet. Diesen Wert setzt man, wenn es sich um außerhalb der Polbreiten liegende Anzugsmomente handelt, als den Faktor A^2 in Formel (3), oder, wenn die Kräfte der Endbewegung bestimmt werden sollen, in Formel (7) ein. Will man, wie üblich, die Kraft in Gramm ausdrücken, so ist zu beachten, daß die Gramm-Masse gleich 981 Dyn ist.

IV. Der Kontakt

Elektrische Kontakte an Uhren aller Art sind einmal der empfindlichste Teil der Uhr, und zweitens sind sie besonderer Art; sie lassen sich in ihrer Wirkungsweise mit fast keinem anderen Kontakt vergleichen. Die Ursachen sind zweierlei: Erstens kann ihren Schaltorganen nur ein geringer Bruchteil der Antriebskraft zugeführt werden, die normale Kontakte erhalten, und zweitens werden sie durch eine sehr große Zahl von Schaltungen sowohl elektrisch wie mechanisch stark beansprucht. Ein sich alle drei Minuten schließender Kontakt einer Einzeluhr macht im Jahr 175 200 Kontaktschlüsse! Erfordert somit der Uhrenkontakt alle Sorgfalt, so wird diese doch nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn die allgemeinen Ursachen der Kontaktstörungen bekannt sind und in der Bauart Berücksichtigung fanden.

Allgemeine Feststellungen aus Kontaktuntersuchungen

Die von verschiedenen Seiten angestellten Forschungen über Kontakte haben folgendes festlegen können:

1. Die Erwärmung der sogenannten „Kathode“ (vgl. die folgenden Erläuterungen) führt zur „Lichtbogen“-Bildung.
2. Der durch „Selbstinduktion“ entstehende Funke erwärmt die Kathode.
3. Der Lichtbogen wird eingeleitet durch einen Glimmbogen bei kalter Kathode. Der Glimmbogen entsteht nur bei höheren Spannungen.
4. Der Lichtbogen bildet eine leitende Brücke, so daß in Stromkreisen von geringem Widerstand über den Lichtbogen hohe Stromstärken fließen können.
5. Der Lichtbogen reißt mit wachsender Beschleunigung der Kontaktteile schneller ab.
6. Bei Wechselstrom-Betrieb erlischt der Lichtbogen verhältnismäßig leicht, weil der Durchgang von Strom und Spannung durch Null die Kathode kühlt. Die Kühlung erfordert nur wenige Hundertstel einer Sekunde.
7. Bei Gleichstrom-Betrieb kann durch Anwendung eines parallel zum Kontakt gelegten Schwingungskreises ebenfalls eine Kathodenkühlung erreicht werden.

8. Kräftige Kontaktteile kühlen die Kathode vorzüglich.
9. Der Kontaktwiderstand sinkt durch stärkeren Berührungsdruk und gute Leitfähigkeit der Kontaktteile.
10. Kleine Kontaktwiderstände begünstigen die Kühlung der Kathode.
11. Es gibt nur eine punktförmige Berührung der Kontaktteile.

Zu diesen elf Punkten seien kurz nachstehende Erläuterungen gegeben:

Die Kathode ist der bei Gleichstrom an dem Minuspol der Stromquelle liegende Kontaktteil; bei Wechselstrom wird in jeder Periode jeder der beiden Kontaktteile einmal zur Kathode.

Glimmentladungen entstehen in den Niederspannungsnetzen nicht.

Ein bestehender Lichtbogen wird um so größer, je niedriger der Widerstand des Stromkreises ist.

Eine zum Abreißen des Lichtbogens genügende Kühlung der Kathode tritt manchmal schon in wenigen Millionstel einer Sekunde ein.

Ein zur Kathodenkühlung dienender Hochfrequenz-Schwingungskreis für Gleichstrom-Betrieb besteht aus einem Blockkondensator von 0,5 bis 2 μF („Mikrofarad“)²⁾ und einem sehr geringen Ohmschen Widerstand, der zu dem Kondensator in Reihe liegt und oft nur aus den kurzen Leiterenden zu bestehen braucht, die den Kondensator parallel zu dem Kontakt legen.

Ein Kontakt von guter Kühlfähigkeit entsteht durch die Verwendung von größeren Metallteilen, auf die ein ganz kurzes, punkt- oder strichförmiges Stück Edelmetall als Kontaktmaterial gelegt ist.

Schwacher Kontaktdruck und schlechte Leitfähigkeit ergeben ungünstige Verhältnisse; bei schwachem Druck soll man besonders auf gute Leitfähigkeit sehen, damit keine Erwärmung auftritt. Hartes Silber hat (wie Kupfer) die spezifische Leitfähigkeit von 57, Gold 45, Platin 10,7, Platin-Iridium je nach Legierung 4 bis 8, Nickel 10, Wolfram 3, Quecksilber 1, Kohle 0,05.

Auch größte Kontaktflächen haben miteinander nur einen oder wenige Berührungspunkte, die sich durch Drucksteigerung vermehren. Aber die Masse dient der Kühlung.

Sonderregeln für Kleinspannungs-Kontakte

Die volle Beachtung der obigen, zum Teil aus Laboratoriums-Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse macht den Bau guter Uhrenkontakte schon sehr viel leichter. Es sind nur die Verhältnisse für kleine Spannungen nicht berücksichtigt worden, auf die wir noch kurz eingehen wollen.

Der Bau von Kontakten verlangt ohne allen Zweifel die Unterscheidung der Schwachstrom- und Starkstromgrenze, und zwar liegt die kri-

²⁾ Aus der Rundfunktechnik wohl vielen Lesern bereits bekannte Maßeinheit für Kondensatoren.

tische Spannung nicht bei 60, sondern schon bei 30 Volt. Bis zu dieser Höhe muß sehr darauf geachtet werden, daß Oxydationen der Kontaktstellen durch zersetzende Eigenschaften der Luft vermieden werden; denn die kleinen Spannungen sind nicht geeignet, auch nur dünnste Oxydschichten zu durchdringen.

Aus diesem Grunde ist bis zu etwa 12 Volt reines Platin das geeignete Kontaktmaterial, und von 12 bis 30 Volt (weil Anlagen mit dieser Spannung bereits nennenswerte Energien führen) Platin-Iridium. Man beachte aber dabei stets die Hauptregel, daß sich die Kontaktteile nicht erwärmen dürfen; man sei daher nicht sparsam mit dem Kontaktmaterial oder gebe ihm einen kräftigen Fuß aus einem geeigneten unedlen Metall.

Einzelheiten: Kontaktabmessungen — Wirkung der Selbstinduktion — schnelle Kontaktöffnung

Für alle Spannungen über 30 Volt kann es nur richtig sein, sämtliche Punkte 1 bis 11 zu beachten. Aber Punkt 1 ist und bleibt der bedeutungsvollste; man baue daher Kontakte mit nach heutigen Begriffen geradezu „klobigen“ Kontaktteilen. Wenigstens eine der Berührungstellen soll, in Anlehnung an die Form der z. B. von den Straßenwagen her bekannten Hörnerblitzableiter, eine nach Abbildung 10 abgerundete

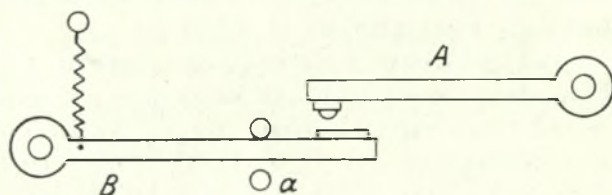


Abb. 10. Durch die abgerundete Form des Kontaktteiles von A wird das Abreißen des Funkens beschleunigt

Form haben, weil dadurch das Abreißen des Funkens beschleunigt wird.

Unter Beachtung des Punktes 1 ist dafür zu sorgen, daß die „Selbstinduktion“ des Stromkreises nach Punkt 2 die Kathode nicht erwärmt, wenn der Kontakt unterbrochen wird. Die Entstehung der Selbstinduktion zu verhindern, liegt nicht in unserer Macht; denn jeder Apparat mit bewickelten Elektromagnetspulen hat seine eigene „Induktivität“, die mit dem Quadrat der Windungszahl (w) eines gegebenen Magnetsystems steigt, außerdem einfach linear mit der Abnahme des magnetischen Widerstandes (R_m), also besonders mit der Verkleinerung der Luftspalte. Wir können aber die Wirkung der Selbstinduktion am Kontakt abschwächen.

Im Augenblick der Kontaktunterbrechung sucht die Selbstinduktion gewissermaßen „den Strom fortbestehen zu lassen“. Durch die Kontaktöffnung bricht nämlich das magnetische Feld in den Elektromagneten zusammen; dadurch wird die „Selbstinduktions-Energie“, die bei Strom-

schluß bzw. Magnetisierung den Strom zunächst schwächt, frei und fließt nun in Richtung des Betriebsstromes, verstärkt diesen also noch im Augenblick der Kontaktunterbrechung. Die Selbstinduktions-Energie verwandelt sich also, da bekanntlich die Erwärmung von Stromleitern quadratisch mit der Stromstärke wächst, in nicht unerhebliche Wärme-Energie; die Kathode erwärmt sich, und ein Lichtbogen bildet sich.

Je schneller nun aber die Kontaktöffnung erfolgt, desto weniger kann sich die Selbstinduktions-Energie auswirken, und desto schlechter kann sich ein Lichtbogen infolge des größeren Luftstrecken-Widerstandes bilden.

Die schnelle Kontaktöffnung zeigt sich in der Bildung eines kleinen, sehr hellen Funkens an den Kontaktteilen, die langsame erzeugt einen starken, dunkelroten Funken mit Lichtbogenbildung und demzufolge schneller Kontaktzerstörung

Funkenlöschung

Die hohe Kontaktschlußzahl elektrischer Uhren verlangt jedoch ein völlig funkenfreies Arbeiten des Kontaktes, das nur erreicht wird durch eine Überbrückung, die der Selbstinduktions-Energie einen recht widerstandslosen Ausgleichsweg zum Verlaufen bietet. Man legt also z. B. an die Klemmen des Kontaktes, also parallel zu ihm, einen Kondensator ³⁾.

Man kann aber auch an die Klemmen des Aufzugsmagneten oder Motors einen rein Ohmschen, d. h. induktivitätsfreien Widerstand (Spule ohne Eisen) oder einen Kondensator legen.

Wählt man diesen durch den Versuch von genau passender Größe, so kann man den Funken restlos beseitigen, was man im Dunkeln erkennt.

Die Gefahr des Durchschlagens des Kondensators und damit das Kurzschließen der Elektromagnet-Wicklung kann durch die Wahl eines einwandfreien Kondensator-Fabrikates von genügend hoher „Prüfspannung“ ⁴⁾ mit Sicherheit beseitigt werden. Wählt man eine Gleichstrom-Prüfspannung von 1500 Volt, so ist man bei Betriebsspannungen bis 250 Volt vor Durchschlägen unbedingt sicher.

Die Anwendung von Kondensatoren für die Funkenlöschung ist jedoch sehr erschwert durch den Umstand, daß der Kondensator in jedem Falle auf die im Stromkreise auftretende Selbstinduktion abgestimmt werden muß. Dieses Verfahren ist daher nur auf einzelne Apparate, nicht aber auf Anlagen mit vielen und der Anzahl nach sich ändernden Apparaten anwendbar. Der Kondensator ist auch nur in Gleich-

³⁾ Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, S. 101.

⁴⁾ Die „Prüfspannung“ ist die von der Fabrik garantierte und meist auf den Kondensatoren unmittelbar vermerkte Spannung, welche die Kondensatoren laut Prüfung aushalten, ohne durchzuschlagen.

stromkreisen anwendbar, da er dem Wechselstrom durch ständige Auf- und Entladung einen leitenden Weg darstellt.

Damit aber kommt man wieder auf die altgewohnte Verwendung von Widerständen zurück, und sie ist tatsächlich auch das einfachste und billigste. Liegt nur ein einziger oder wenige Apparate im Stromkreis, so ist es empfehlenswert, einen Widerstand zu den Elektromagneten parallel zu legen, wobei der zehnfache bis zwanzigfache Ohmsche Widerstandswert des Elektromagneten gute Resultate ergibt.

Trennung von Ein- und Ausschaltcpunkt

Die gelegentlich geäußerte Ansicht, daß die nach Punkt 5 geforderte hohe Beschleunigung der Kontaktteile bei der Öffnung ohne Bedeutung für die Betriebssicherheit sei, ist natürlich unhaltbar. Der Gegenbeweis ist schon erbracht durch die allgemein bekannte Tatsache, daß eine lange Funkenstrecke sich nur unter Anwendung besonderer Mittel bilden und erhalten läßt.

Der Konstrukteur muß auf eine möglichst plötzliche Trennung der Kontaktteile besonders bedacht sein. Diese Trennung soll, mit zunehmender Spannung mehr und mehr ausgeprägt, nach zwei Richtungen erfolgen; zugleich aber besteht die Aufgabe, Einschalte- und Ausschaltcpunkt am Kontaktteil räumlich zu trennen. Dies kann dadurch erreicht werden, daß beide Kontaktteile beweglich angeordnet sind, wobei während der Ausschaltbewegung der eine Teil den andern von sich abschleudert und zugleich seine Bewegung weiter fortsetzt.

Eine derartige Anordnung ist in Abbildung 11 gezeigt. Die Kontakt-

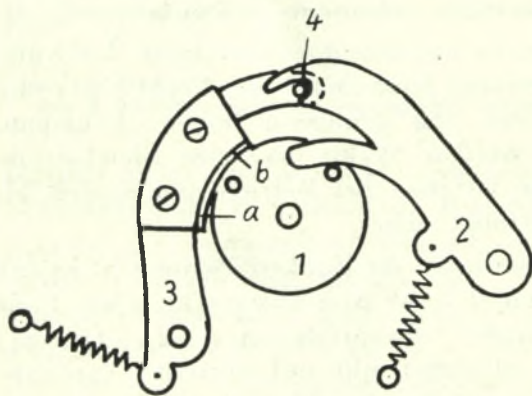


Abb. 11. Trennung von Ein- und Ausschaltcpunkt durch mehrere bewegliche Kontaktteile

scheibe 1 dreht sich nach links, bis der rechte Auslösestift den Hebel 2 soweit gehoben hat, daß der Kontaktarm 3 abfällt. Dann hat der linke Kontaktstift die Stellung unter dem Strich a angenommen. Es erfolgt nunmehr der Aufzugsvorgang, wobei der Kontaktarm 3 nach links abgeschleudert wird, bis der Stift 4 wieder in seine Ruhelage kommt. Die Stromabschaltung erfolgt unter dem

Strich b; der Kontaktstift entfernt sich jedoch noch erheblich weiter von der Kontaktfläche, und zwar in einem Winkel zu der Unterbrechungsstelle.

Die nicht oxydierenden Kontaktmetalle — Die mechanische Oxydbeseitigung

Die nach Punkt 11 der zu Anfang dieses Teils aufgeführten Regeln sich jederzeit ergebende einfache punktförmige Berührung der Kontaktteile zwingt zur Anwendung von Maßnahmen, um den Berührungspunkt metallisch rein zu erhalten. Hierzu stehen zwei Wege zur Verfügung, die Verwendung von nicht oxydierenden Metallen und die selbsttätige Entfernung des entstandenen Oxydes.

Bei der Wahl der Metalle hat man gemäß Punkt 9 ihren spezifischen Widerstand bzw. ihren Kehrwert, die Leitfähigkeit, zu beachten, um Kathoden-Erwärmung zu verhüten. Da nun Platin und noch mehr Platin-Iridium eine geringe Leitfähigkeit haben und diese Metalle im Lichtbogen verbrennen, Platinoxid aber ein sehr schlechter Leiter ist, so ist das Platin für die Abschaltung größerer Energien wenig geeignet.

Weit besser ist reines Feinsilber, hartgezogen oder gewalzt. Es hat die höchste Leitfähigkeit, und sein Oxyd ist ein Halbleiter. Die Verwendung des Silbers als Kontaktmaterial für Spannungen von 30 bis 250 Volt sollte allgemein üblich werden. Man beachte aber seinen niedrigen Schmelzpunkt, verwende also dies Kontaktmaterial in genügender Masse, da es andernfalls „klebt“; es darf sich keinesfalls erwärmen. Versuche haben ergeben, daß ein Berührungsdruk von 1 mg genügt, um einen Feinsilberkontakt betriebssicher arbeiten zu lassen. Solche Angaben haben allerdings nur einen beschränkten Wert, da die Belastung in die Beurteilung einzufügen ist.

Die selbsttätige Entfernung des Oxydes von den Kontaktteilen gelingt durch eine reibende Bewegung und durch eine Trennung des Einschalte- und Ausschalt Punktes voneinander. Der Kontakt nach Abbildung 10 ist ein Reibungskontakt, weil der Kontaktteil *B* nach *a* beweglich ist. Aber dennoch stellt er eine falsche Anordnung dar; denn Einschalte- und Ausschalt punkt befinden sich an gleicher Stelle. Wenn dieser Punkt durch den Unterbrechungsfunken oxydiert ist, so wird zwar ein nächstgelegener noch blank sein, aber das Oxyd wird in die Richtung der Einschaltung übertragen. Dagegen sind in der Anordnung nach Abbildung 11 die beiden Punkte räumlich recht weit voneinander getrennt.

Das für Kontaktzwecke viel verwandte Wolfram ist für Uhrenkontakte kaum geeignet, da es erstens eine geringe Leitfähigkeit besitzt und zweitens sein Oxyd nichtleitend ist. Es ist mehr da am Platze, wo große Kontaktdrücke zur Verfügung stehen und hohe Spannungen abgeschaltet werden sollen. Für Schwachstrombetrieb eignet es sich nicht, für Starkstromuhren nur bei genügend hohem Kontaktdruk.

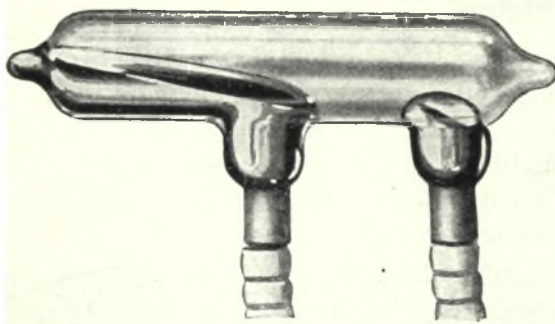


Abb. 12. Quecksilberschaltröhre

Ganz besonders soll noch auf die mit indifferentem Gas gefüllten Quecksilberröhren⁵⁾ hingewiesen werden, z. B. in der Form nach Abbildung 12 (Zuckschwerdt, Ilmenau). Man sollte sie anwenden, wo immer die Kraft zu ihrer Schaltbewegung zur Verfügung steht; denn, abgesehen von ihrer Neigung zum Platzen bei Kurzschlüssen, besitzen sie die höchste Betriebssicherheit aller Kontakte. Wenn manchmal Fachleute diesen Röhren nachsagen, daß sie in großer Anzahl im Betriebe platzen, so haben sie stets eine Überlastung der Röhren herbeigeführt. Die Überlastung kann sowohl durch eine zu hohe Abschalt-Energie wie auch durch eine zu hohe Selbstinduktions-Energie des Stromkreises eintreten. Zeigt sich also ein zu starker Funke, der die Glaswand erwärmt, so ist entweder eine größere Röhre mit mehr Quecksilber zu verwenden, oder man muß Funkenlöcher anbringen. Verfasser hat viele Hunderte solcher Röhren im Betriebe beobachtet; außer bei Kurzschlüssen ist ihm niemals ein Platzen vorgekommen.

Quecksilberröhren werden in Abstufungen von 0,5 bis 30 Ampere für Spannungen bis 250 Volt geliefert als Ausschalt- und als Umschalt-röhren; man kann also mit ihrer Hilfe eine Energie bis zu 7000 Watt betriebssicher schalten.

In neuester Zeit sind umfassende Versuche mit Rhodium als Kontaktmetall gemacht worden, die nach den Berichten sehr gute Erfolge zeigten. Dieses Metall hat einen sehr hohen Schmelzpunkt, ist außerordentlich hart und wird weder durch Säuren noch durch Dämpfe angegriffen. Wegen der großen Härte braucht es nicht einmal als massives Metall angewandt zu werden, es genügt ein elektrolytischer Niederschlag von Rhodium auf Silber.

⁵⁾ Vgl. auch Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, S. 86.

V. Grundsätzliches über Schlagwerke für Einzeluhren

Schon vor rund dreißig Jahren wurden die ersten elektrisch betriebenen Schlagwerkuhren hergestellt. Der heutigen Mode entsprechend, finden sie besonders als Tischuhren Interesse. Die erste auf den Markt gebrachte elektrische Schlagwerkuhr (M a x M ö l l e r) besaß einen Aufzug für das Gehwerk sowie einen durch Schöpferkontakt betätigten elektromagnetischen Hammerhub; die zweite Uhr (F u l d e n s i a) war mit einem auf das Windfangtrieb angreifenden Motorantrieb versehen, der während der Schlagzeiten gleichzeitig eine gegen Überspannung durch Reibungskupplung geschützte Gehwerkfeder aufzog.

Die neueren Konstruktionen arbeiten im allgemeinen mit Motoraufzug über große Aufzugsfolgen, wodurch die Regulierfähigkeit stark leidet. Die mit Gewichtsaufzug arbeitenden Schlagwerkuhren entsprechen den gleichen Konstruktionsbedingungen wie die Hauptuhren für Uhrenanlagen. Die mit Federkraft versehenen dagegen sollen ihren Strom aus dem Starkstromnetz nehmen; das Gehwerk muß mit G a n g r e s e r v e versehen sein, und das Schlagwerk kann den R e c h e n nicht entbehren, damit es nach jeder Stromunterbrechung sich selbsttätig auf richtigen Schlag einstellt.

Schlagwerkuhren mit Federantrieb sollten unbedingt eine kurzzeitige Aufzugsfolge erhalten, um den erhöhten Anschaffungspreis durch einen genauen Gang zu rechtfertigen.

Bei der Anwendung des Motorantriebes für Gewichtszuguhren ist zu bedenken, daß der Motoranker mit mindestens fünf Ankerspulen und Kollektorlamellen zu versehen ist, um eine Totpunktstellung mit Sicherheit zu verhüten.

Der Selbstaufzug der W a g n e r s c h e n H a u p t u h r in seiner Einfachheit und Geräuschlosigkeit ist ein Beispiel der guten Konstruktion von Schlagwerkuhren sowohl mit Gewichtsantrieb wie auch mit kurzzeitigen Aufzugsfolgen.

VI. Grundsätzliches über die Eigenarten und die Verwendung der verschiedenen Systeme von Einzeluhren

Die in Einzeluhren verwendeten elektrischen Aufzüge unterscheiden sich der Regulierfähigkeit nach in solche mit kurzen und mit längeren Aufzugsfolgen. Die kürzeste Aufzugsfolge beträgt eine Minute, sie kommt in Anwendung bei Hauptuhren; die längste ist eine vierunzwanzigstündige und findet Verwendung für geräuschvolle Motoraufzüge zu einer mitternächtlichen Schaltzeit. Für gute Zimmeruhren hat sich eine zwischen zwei und fünf Minuten liegende Aufzugsfolge als nach allen Richtungen hin sehr gut brauchbar herausgebildet, da sie eine sehr gute Regulierfähigkeit der Uhr bedingt. Da eine alle drei Minuten aufziehende Uhr jährlich 175 200 Mal ihren Kontakt schließt, so erscheint es angebracht, den Fabrikanten für die betriebssichere Kontaktfunktion garantieren zu lassen. Es steht außer Zweifel, daß gut konstruierte Kontakte der Beanspruchung einer dreiminutlichen Betätigung auf Jahre hinaus betriebssicher gewachsen sind.

Der Antriebsart nach unterscheiden sich die Aufzüge in elektromagnetische und Motoraufzüge; Einzelkonstruktionen nach dem polarisiert-magnetischen, dem elektrisch-pneumatischen und dem Hitzdrahtsystem bilden Ausnahmen. Der elektromagnetische Aufzug ist der älteste und neben dem Ferrarisaufzug sicher auch der betriebssicherste, sofern das Schwinganker-System nach den Abbildungen 1, 4 und 5 Anwendung findet, welches die Folgen der Remanenz im Eisen nicht zur Wirkung kommen und einen guten elektrischen Wirkungsgrad erreichen läßt.

Der Betriebssicherheit nach werden Einzeluhren mit und ohne Gangreserve unterschieden. Für Schwachstromuhren, die nicht etwa an Klingeltransformatoren, sondern ausschließlich an Elemente oder Akkumulatoren angeschlossen sind, ist die Gangreserve überflüssig. Denn sie würde die Betriebsdauer bei Ausfall der Stromquelle nur um Stunden verlängern. Jede an einem Starkstromnetz liegende Uhr sollte aber, so wurde wenigstens bis vor wenigen Jahren allgemein geurteilt, unbedingt mit einer mindestens achtsündigen Gangreserve ausgerüstet sein. Denn es kommen in allen Netzen, mehr oder weniger oft, Stromunterbrechungen infolge von Sicherungsdurchschlag und durch Reparaturen bedingten Abschaltungen vor, die eine Gangreserve erforderlich machen. Wenn aber andererseits der

große Absatz von Synchronuhren ohne Gangreserve bedacht wird, so muß man sich fragen, ob die durch die Gangreserve bedingte Verteuerung der Einzeluhren im Durchschnitt gerechtfertigt ist. Jedenfalls kann man es in Erwägung dieser Verhältnisse verstehen, daß eine Firma ein billiges Werk ohne Gangreserve herausgebracht hat. Von der weiteren Entwicklung der elektrischen Kraftübertragung wird es abhängen, ob eine Gangreserve entbehrlich wird oder nicht, bzw. ob der durch Stehenbleiben der Großuhren entstandene Ausfall des genauen Zeigerstandes dem betroffenen Haushalt erträglich erscheint oder nicht.

Neben dem elektrischen Aufzug hat sich der unmittelbare elektromagnetische Pendelantrieb entwickelt und behauptet; einige Uhrenarten zeigen geradezu hervorragende Gangergebnisse. Der unmittelbare Unruh-Antrieb hat sich, so bemerkenswert er ist, bisher nicht durchsetzen können.

In bezug auf die Geräuschlosigkeit des Aufzugsvorganges steht die Uhr mit Ferrarismotor obenan, während die zweite Stelle die elektrische Pendeluhr einnimmt. Wenn es auch sehr geschickten Konstrukteuren gelungen ist, bestimmte Fabrikate fast gänzlich von dem Geräusch zu befreien, das durch die ruckartige Bewegung des Schwingankers und des Kontaktes entsteht, so gibt es andererseits elektromagnetische Aufzüge mit starkem Geräusch, die beispielsweise für Schlafzimmer unverwendbar sind. Der jeweilige Verwendungszweck erfordert somit eine Auslese. Die Motoraufzüge, die stets in längeren Pausen eine mehrere Minuten dauernde Aufzugszeit benötigen, sind um so geräuschvoller, je höher die Motordrehzahl ist.

Das Verwendungsgebiet der verschiedenen Arten von Einzeluhren läßt sich in großen Zügen etwa folgendermaßen abgrenzen: In Orten mit Gleichstromnetz wird insbesondere die für Gleichstrom (110 oder 220 Volt) gewickelte Starkstrom-Einzeluhr angeboten; in Orten mit Drehstrom- oder Wechselstromnetz die gleiche, aber für Wechselstrom (110, 127 oder 220 Volt) gewickelte Uhr oder, besonders bei billigem Strompreis, die Uhr mit Ferrarismotor, die auch mit elektrischem Wecker lieferbar ist; in Drehstromnetzen mit Frequenzregulierung die Synchronuhr (siehe Band II dieser Buchreihe) und für Häuser ohne Starkstromanschluß oder dort, wo die Kundschaft aus irgend welchen Gründen besonderen Wert auf Uhren ohne Leitungsanschlüsse legt, die ausgesprochene Schwachstromuhr, also als Tischuhr und Stiluhr das Werk mit Selbstaufzug ohne Gangreserve, als Wanduhr das Werk mit unmittelbarem Pendelantrieb. Bei Verwendung einer solchen Pendeluhr bietet sich auch die Möglichkeit, durch Anschluß von Nebenuhren eine kleine Hausanlage mit vollkommen einheitlicher Zeit in allen Räumen zu schaffen. Die Auswahl in elektrischen Schlagwerkuhren ist nicht groß, und man wird manchmal auf den Motoraufzug angewiesen sein.

VII. Die einzelnen Konstruktionen

1. Aufzug mit Elektromagnet für Starkstrom und mit Gangreserve

Die „Continova-Jundes“-Uhr

Die Uhr „Continova - Jundes“ der Firma Jauch & Schmid in Schwenningen a. N. erfreut sich großer Verbreitung; sie ist in allen möglichen Gehäusen eingebaut lieferbar, sogar als transparente Doppeluhr. Als Starkstromuhr wird sie für alle Stromarten und Spannungen, als Schwachstromuhr für Spannungen von 6 bis 24 Volt, und zwar auch als Autouhr, hergestellt. In Abbildung 13 ist das runde, stets durch eine besondere Kapsel abgedichtete Werk abgebildet.

Die Einrichtung der in Abbildung 13 wiedergegebenen Uhr ist folgende: Der lamellierte Anker *A* eines gleichfalls aus Blechen bestehenden Huf-

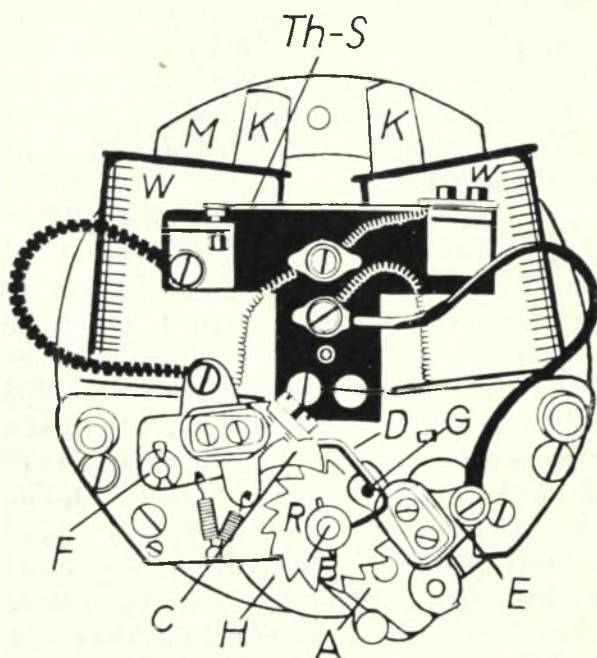


Abb. 13. Aufzug und Kontaktsteuerung der „Continova-Jundes“-Uhr

eisenmagneten *M* sitzt beweglich auf der Aufzugswelle *B* eines Federhauses, dessen Feder dem Gehwerk die Antriebskraft gibt. Eine Rückzugsfeder, die früher als Schraubenfeder ausgebildet war, neuerdings als Hilfsfeder in einem besonderen Federhaus (in der Abbildung mit *H* angedeutet), sucht den Anker nach links zu ziehen. Der Kontakt- und Schalthebel *E* mit dem Kontaktstift *G* ist beweglich auf dem Anker *A* befestigt; er macht alle Ankerbewegungen mit und greift mit dem Kontakt- und Schalt-

stift *G* in die Zähne des Schaltrades *R* ein. Um den Stift *F* dreht sich die Sperrklinke *C* mit dem isolierten Kontaktarm *D*, der Verbindung mit einer Spule *W* hat.

Durch den Ablauf der Uhr dreht sich das Schaltrad *R* rechts herum; in gleichem Maße sinkt der rechte Arm des Ankers *A* herab. Sobald die Klinke *C* in eine Zahnücke des Schaltrades *R* einfällt, schließt sich der Kontakt *DG*; der Anker *A* wird in die Pole des Elektromagneten hineingezogen; der Schalthebel *E* bewegt sich nach links, und sein Stift *G* fällt in den nächsten Zahn des Schaltrades *R*. Hierdurch öffnet sich der Kontakt wieder, und die Feder *H* zieht den Anker links hoch, wodurch das Schaltrad *R* um einen Zahn nach rechts gedreht und die Zugfeder entsprechend gespannt wird. Dieses Spiel wiederholt sich in schneller Folge solange, bis eine an dem Federhause angebrachte Stellung die Rückzugfeder *H* verhindert, den Anker wieder hochzuziehen.

Solange der Strom nicht abgeschaltet wird, erfolgt alle 2½ Minuten ein Aufzug um einen Zahn des Schaltrades *R*. Setzt der Strom aus, so läuft die Reserve der Zugfeder, die auf 24 Stunden berechnet ist, ab, um bei Wiederkehr des Stromes sofort wieder ergänzt zu werden. Die schnell aufeinander folgenden Aufzüge und die sich dadurch ergebende Gleichmäßigkeit der Antriebskraft geben der Uhr eine sehr gute Regulierfähigkeit.

Der Kontakt ist seit langen Jahren als betriebssicher bekannt; er ist nur auf einen vorzeitigen Verschleiß des Kontakt- und Schaltstiftes *G* zu kontrollieren. Bei dieser Uhr ist besonders auf die genaue Einstellung des Kontaktes zur Ankerstellung zu achten, da die ganze Ankerbewegung dem Fortschalten nur eines Zahnes des Schaltrades entspricht. Dieses ist mit der Achse verstiftet; man beachte daher bei dem Zusammensetzen die richtige Stellung. Die Kraft des Werkes ist dem Kraftbedarf der Ankerhemmung gut angepaßt.

Eine besondere Sicherung der Magnetspuln gegen Stromüberlastung ist nachträglich nach Vorschlag von R. Pitsch noch an der Uhr angebracht worden. Wenn durch falschen Anschluß einer Uhr an eine zu hohe Spannung (220 anstatt 110 Volt) oder einer Wechselstromuhr an ein Gleichstromnetz oder schließlich durch Festklemmen eines Kontaktteiles die Spulen durchbrennen, so ist das eine unangenehme Sache, die der Uhrmacher seinem Kunden gegenüber zu vertreten hat. Diesem Übel begegnet die Firma durch Einschalten eines thermisch arbeitenden kleinen Schalters in eine der Anschlußleitungen, der einfach aus einem mit einer Drahtwicklung versehenen bimetallichschen Streifen, der Form nach ähnlich einer Lamellensicherung, besteht. Bei jeder Überlastung dehnt sich der Streifen aus und unterbricht die Anschlußleitung, kühlt dann ab und schließt wieder den Stromkreis. Hierdurch entsteht ein summender Ton, der das Warnungssignal für die Störung darstellt. Diese Neuerung muß man als recht praktisch ansehen.

Die Firma liefert diese Werke für Doppeluhren bis zu einem Durchmesser von 500 mm.

Die „Jundes-Novochron“-Uhr

Die heute nicht mehr hergestellte, aber in zahlreichen Stücken im Gebrauch befindliche „Jundes-Novochron“ wurde von der gleichen Fabrik wie die „Continova“ hergestellt; sie stellte eine billige Ausführung einer Gehwerk-Starkstromuhr mit Gangreserve von 20 Stunden dar, die für Gleich- und für Wechselstromanschluß geliefert wurde. Die Abbildung 14 zeigt die Hinterseite des Werkes, dessen Konstruktionsprinzip

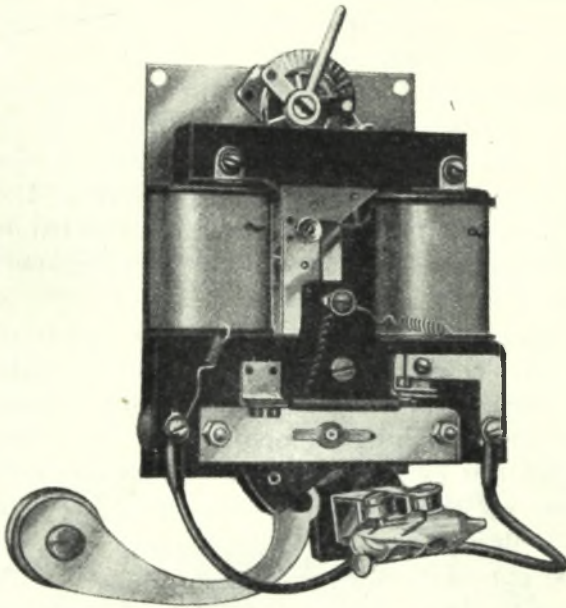


Abb. 14. Werk der Novochron-Uhr

ein längst bekanntes ist. Der zwischen den Polen des geblättern Magneten schwingende Anker schleudert alle vier bis sechs Minuten einen Gewichtsarm hoch, der über ein zwischen-geschaltetes Gegengesperr die in einem Federhaus untergebrachte Zugfeder aufzieht. Bei abgelaufener Feder wiederholt sich der Aufzugsvorgang so oft, bis entweder die Schwere des hochgeschleuderten Gewichtsarmes der Federkraft die Waage hält, oder bis eine Federstellung das weitere Aufziehen verhindert.

Im regelmäßigen Betriebe findet dagegen nur ein einmaliges Aufziehen statt, sofern der Aufzug in Ordnung ist und die Uhr richtig hängt. Sie ist nämlich durch die von dem Schwinganker gesteuerte Quecksilber-Kontaktröhre an eine bestimmte Lage gebunden, da von dieser Lage bei dem allmählichen Abwärtssinken des Schwingankers das Schaltmoment der Röhre abhängig ist. Würde beispielsweise durch schiefes Hängen oder Stehen der Uhr der Schwinganker bis auf seinen tiefsten Punkt abgefallen sein, ohne daß das Quecksilber den Kontakt geschlossen hat, so würde die Uhr nicht aufziehen (vgl. Seite 33).

Die Federstellung schützt die Feder vor dem völligen Aufziehen, so daß die letzten, mit erheblich stärkerer Kraft wirkenden Umgänge unbenutzt bleiben. Hierdurch ist die Ganggenauigkeit der mit ganz einfachen Hemmungsteilen ausgerüsteten Uhr verbessert worden.

Wie die „Continova“, so war auch die „Novochron“ mit der Thermo-sicherung versehen, die ein Verbrennen der Magnetwicklung bei falschem Anschluß verhindert, indem sie durch ihr ununterbrochenes Ein-

und Abschalten ein schnarrendes Geräusch erzeugt und auf den Fehler aufmerksam macht.

Diese Uhr ist bewußt einfach und doch kräftig gebaut; trotz des so erreichten günstigen Preises, und obwohl — sorgfältige Montage und gute Quecksilberröhren vorausgesetzt — die technischen Bedingungen eines einwandfreien Betriebes weitgehend erfüllt waren, hat sich die Fabrik zur völligen Aufgabe des Systems veranlaßt gesehen; offenbar infolge häufiger falscher Montage usw. haben sich doch im längeren Gebrauch häufigere Fehlschaltungen, d. h. Ausbleiben von Aufzügen gezeigt, die wesentliche Gangverschlechterungen zur Folge hatten. Die Uhr ist durch die später beschriebene „Optima“-Uhr ersetzt worden. Da gerade Novochron-Uhren dem Uhrmacher häufig zur Reparatur kommen dürften, sei auf die entsprechenden späteren Abschnitte besonders hingewiesen.

Elektrozeit-Starkstromuhr

Die in Abbildung 15 wiedergegebene Starkstromuhr der früheren Elektrozeit A.G. (heute Telephonbau und Normalzeit A.G.) in Frankfurt

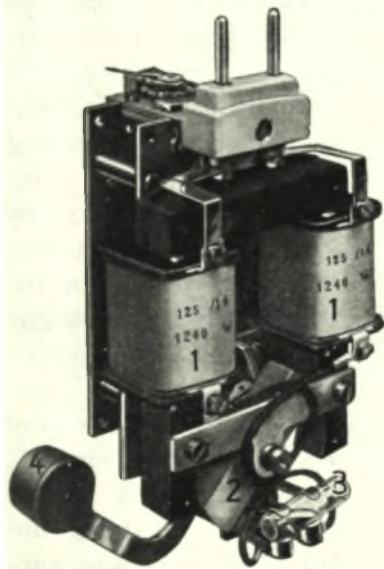


Abb. 15. Elektrozeit-Starkstromuhr

a. M. ist ebenfalls ein Gehwerk mit genügend großer Gangreserve und, wie die erst später herausgekommene „Novochron“, mit einer Quecksilberröhre und einem Zuggewicht versehen, die beide durch den Schwinganker betätigt werden. Ein besonderer Vorzug der Uhr ist die strenge Erfüllung aller V. D. E. - Vorschriften, wie sie für Starkstrom-Geräte zum Anschluß an Niederspannungs-Netze gegeben sind. Spulenkörper, Verbindungsschnüre, Anschlußkörper entsprechen in Material und Ausführung den Vorschriften.

Das Gehwerk ist mit einer guten Ankerhemmung versehen; die Unruh ist temperaturkompensiert. Die Hemmungsteile sind (in der Abbildung nicht sichtbar) eisengekapselt, um Spiralfeder und Unruh etwaigen magnetischen Streufeldern zu entziehen.

Die Quecksilberröhre besitzt eine Schaltleistung von 500 Watt. Da der Energieverbrauch der Uhr etwa 2,5 Watt beträgt, so arbeitet die Röhre mit einer zweihundertfachen Sicherheit. Dieses Beispiel zeigt die Überlegenheit der Quecksilberröhre über den Hebelkontakt.

2. Aufzug mit Elektromagnet für Starkstrom ohne Gangreserve

Aufzug der Heliowattwerke

Der von Prof. A r o n erfundene, in Millionen von Elektrizitätszählern, Schaltuhren und Hauptuhren verwendete elektromagnetische Aufzug ist einer der ältesten und auch betriebssichersten; er wurde und wird noch heute in Uhrwerken ohne und auch mit Gangreserve, für Starkstrom- und ebenso für Schwachstrom-Betrieb bis zu 1,5 Volt herunter angewandt.

Dieser heute von den „Heliowatt-Werken“ in Charlottenburg hergestellte Aufzug ist in Abbildung 16 dargestellt. Er besitzt nur eine, in der

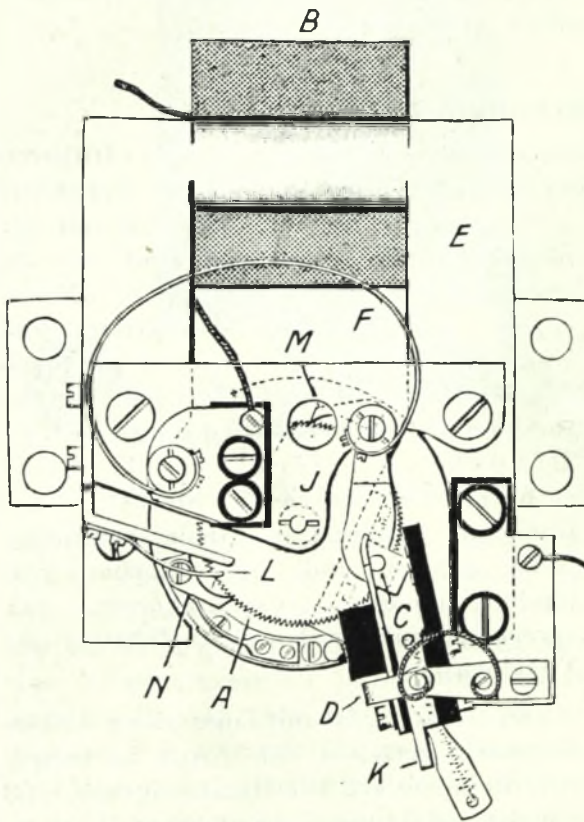


Abb. 16. Elektromagnetischer Aufzug der Heliowattwerke

Mitte des geblättrten Hufeisenmagneten *E* angeordnete Spule *B*, während zentrisch zu den Magnetpolen der um die Achse *J* drehbare Z-förmige Anker *A* gelagert ist.

Die oval gebogene Zugfeder *F* ist mit einem Ende links auf einem Isolierklötzchen verschraubt und steht zugleich in Verbindung mit einem Ende der Spule, während das andere Federende mit dem Anker *A* verbunden ist. Die Zugfeder ist bestrebt, den Anker links herum zu drehen, wird aber durch die in die Zähne des Sperrades eingreifende Klinke *N* gehindert und muß daher die mit dem Sperrade verbundene Achse *J* mitnehmen, die mit dem Uhrwerk verbunden ist.

Bei dem Ablauf der Uhr und der Entspannung der Feder *F* liegt nicht, wie in der Figur gezeichnet, der linke Schenkel der „Kippe“ *K* an dem Kontaktstift *c*, sondern der isolierte rechte Schenkel. Ist nun im Abfließen der Uhr der Anker weit genug aus den Polschuhen herausge-

treten, so hat der Kontaktstift *c* die Kippe *K* soweit gedreht, daß die Feder der Kippe diese nach rechts hinüber in die gezeichnete Kontaktstellung wirft. Nunmehr zieht der Aufzug den Anker nach rechts herum, bis die Kippe *K* den rechten Schenkel wieder an den Stift *c* legt und damit den Strom, der von *D* über *c* und *F* zur Spule fließt, ausschaltet.

Der Kontakt ist außerordentlich kräftig ausgeführt; die Berührungstellen bestehen aus Silber. Die Betriebssicherheit ist sehr hoch; allerdings entsteht auch ein kräftiges Geräusch. Der Energiebedarf beträgt im Mittel 2,2 Watt; der Aufzug erfolgt je nach dem Übersetzungsverhältnis in verschiedenen Zeitfolgen, bei den Hauptuhren beispielsweise alle acht Minuten.

Die vieljährige Erfahrung mit diesem Kontakt beweist eindeutig, daß ein Feinsilber-Kontaktbelag sogar auch für kleinste Schwachstromspannungen dann brauchbar ist, wenn der Kontakt-druck genügend stark ist.

Gangreservelose „Jundes“-Uhr

Ein Aufzug, vor allem für kleine Tischuhren (Stiluhren), der Firma Jauch & Schmid in Schwenningen a. M., anscheinend als ein preiswerter Ersatz für Synchronuhren in noch nicht frequenzregulierten Wechselstrom-Netzen und als billige Gleichstrom-Uhr gedacht, ist in

Abbildung 17 gekennzeichnet. Der Schwinganker *A* eines mit ausgeprägten Polen versehenen geblättrten Magnetsystems *H* ist mit einer schraubenförmig gewundenen Zugfeder *F* verbunden, deren zweites Ende *RF* an dem Magnetkörper liegt (*RF* ist in der Zeichnung der Übersicht halber nach links verlegt). Die Zugfeder treibt über einen Sperrkegel und ein feinzahniges Sperrrad *G* das Minutenrad der Uhr an.

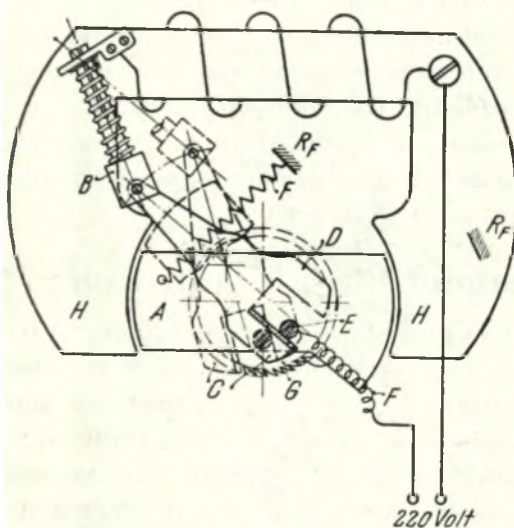


Abb. 17. Aufzug für Stiluhren ohne Gangreserve von Jauch & Schmid

Der angewendete Kippkontakt *D* mit dem Kontaktstift *E* ist im Prinzip genau der gleiche wie der des Aufzuges von Helio-watt nach Abbildung 15 und der Ausführung nach gleich dem der

später beschriebenen „Optima“-Uhr. Sein verlängerter linksseitiger Arm ist mit einer federnden Stoßdämpfung *B* gelenkartig verbunden, wodurch eine starke Verminderung des Aufzugsgeräusches erreicht ist.

In der ausgezogenen Ankerstellung ist die Zugfeder F aufgezo-gen; sie kann für drei bis fünf Minuten das Werk antreiben. Durch den Ablauf der Uhr zieht sich die Feder zusammen, und der Schwinganker dreht sich in der Richtung des Uhrzeigers. Ist dann der Stoßdämpfer B in die punktierte Lage gekommen, so schlägt der Kippschalter herum; es entsteht Kontaktschluß, und die Uhr zieht sich wieder auf.

Eine schraubenförmig gewundene Zugfeder zeigt einen erheblich größeren Unterschied der Zugkraft zwischen Aufzug und Ablauf als eine spiralförmige Feder. Dieser Mangel scheint bei der vorliegenden Bauart sehr gut ausgeglichen zu sein; wenigstens könnte er es sein. Wenn nämlich der obere Führungskloben des Stoßdämpfers derartig angeordnet ist, daß die Pufferfeder beim Ablauf des Uhrwerkes sich entspannt, so gibt sie an den Schwinganker Kraft ab, und wenn weiter diese Kraftabgabe durch richtige Wahl der Länge, Spannung oder Stärke der Pufferfeder der Kraftabnahme der Zugfeder entspricht, so ist die auf das Minutenrad einwirkende Zugkraft vom Aufzugs- bis zum Ablaufszustand gleichmäßig.

Hinsichtlich der Betriebssicherheit bei Stromausfall ist diese Einzeluhr ohne Gangreserve der Synchronuhr ohne Gangreserve überlegen. Denn selbst im ungünstigsten Falle, wenn der Strom bei völlig abgelaufener Feder kurzzeitig, beispielsweise bei plötzlichem Ausfall eines Ölschalters infolge von Überspannungen oder Erdschlüssen, unterbrochen wird, schwingt die Unruh sekundenlang weiter, während der Motor einer Synchronuhr schon durch eine weniger als eine Sekunde dauernde Stromunterbrechung stehenbleibt; tritt der Stromausfall kurz nach dem Aufzug ein, so werden sogar mehrere Minuten stromlosen Zustandes überbrückt. Der Aufzugsmagnet kann natürlicherweise sowohl für Wechselstrom wie für Gleichstrom gewickelt werden.

3. Aufzug mit Elektromagnet für Schwachstrom

Als nur für den Schwachstrombetrieb geeignete Aufzüge müssen solche nachstehend angegebener Fabrikate gelten. Der Schwachstrombetrieb von Federaufzügen ist in Deutschland in den letzten Jahren durch den Starkstrombetrieb in steigendem Maße verdrängt worden, der infolge der fehlenden Notwendigkeit, die Stromquellen zu erneuern oder zu warten, bequemer und im allgemeinen rentabler ist, wenn auch der Starkstrombetrieb höhere Ansprüche an die elektrische Ausrüstung der Apparate (entsprechend den Sicherheitsvorschriften des V.D.E.) stellt. Die mannigfaltigen Versuche, statt langlebiger, aber in der einmaligen Anschaffung teurerer Spezial-elemente wohlfeile Taschenlampen-Batterien zu verwenden, haben infolge der wesentlich rascheren Auswechsel-Notwendigkeit und häufigerer Störungen keinen rechten Erfolg gehabt. Für elektro-

magnetischen unmittelbaren Pendelantrieb (vgl. spätere Beschreibung) hat sich der Schwachstrombetrieb mit großen Spezialelementen bisher am erfolgreichsten bewährt.

Ein Teil der beschriebenen Uhrenarten ist nicht mehr auf dem Markt. Für den Uhrmacher ist die genaue Kenntnis der Bauart und Wirkungsweise sowie der in einem späteren Abschnitt beschriebenen Fehlerbehebung von Wichtigkeit.

Die Elektrozeit-Schwachstromuhr

Die „Elektrozeit-Schwachstromuhr“ wird durch zwei kleine hintereinander geschaltete Elemente von je 37 cm³ Rauminhalt betrieben; die Betriebsspannung beträgt somit 3 Volt und kann nach Angabe der Firma bis auf 1,7 Volt abfallen, ohne den Betrieb zu stören. Die Aufzugsfolge beträgt bei der vollen Spannung 0,35 Minuten und wird mit abfallender Klemmenspannung natürlicherweise noch kürzer. Das Uhrwerk ist mit Ankerhemmung, Elinvar-Spiralfeder und Invar-Unruh versehen und gekapselt; es wird ausnahmsweise nicht über das Minutenrad, sondern über das Beisatzrad vom Aufzug angetrieben und ist mit diesem durch eine *Federkupplung* verbunden. Uhrwerk und Aufzug lassen sich also leicht voneinander trennen. Die Abbildung 18 zeigt die Uhr in Vorderansicht, Abbildung 19 in Seitenansicht.

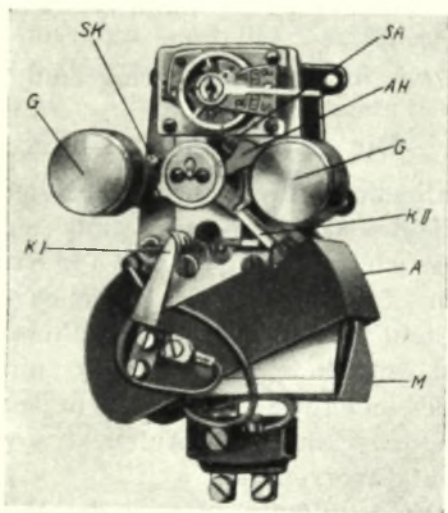


Abb. 18. Elektrozeit-Schwachstromuhr, Vorderansicht

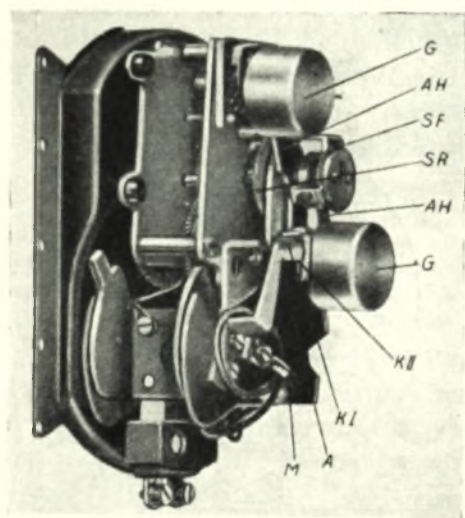


Abb. 19. Elektrozeit-Schwachstromuhr, Seitenansicht

Der Elektromagnet stellt ein Schwinganker-System mit nur einer Spule dar; der Schwinganker A ist U-förmig gebogen und arbeitet mit einem geschlossenen langen und einem offenen kurzen Hebelarm über die zugleich als Kontakt und Kraftüber-

tragungshebel dienenden Schaltorgane *K I* und *K II* auf den Hebel *AH* mit seinen beiden Gewichten *G*.

Bei Anzug des Schwingankers wird dieser Hebel *AH* hochgeschleudert; die Zugfeder *SF* wird gespannt, und der Kontaktarm *K II* wird infolge der schleudernden Bewegung von dem Kontaktarm *K I* plötzlich getrennt. Nach dieser Trennung der Kontaktteile geht der Anker *A* in seine Anfangsstellung zurück, während der Aufzugshebel *AH* entsprechend dem Ablauf des Uhrwerks und der Feder *SF* langsam sinkt, bis er mit seinem Kontaktarm *K II* so kräftig auf den zweiten Kontaktarm *K I* drückt, daß wieder Stromschluß eintritt und der Aufzugsvorgang sich wiederholt.

In dieser Uhr haben wir sowohl eine außergewöhnliche Magnetanordnung wie auch eine besondere Kontakt-Arbeitsweise vor uns. Die plötzliche Kontakt-Unterbrechung erfolgt allein durch die Schleuderkraft, und der Kontaktschluß ist kein plötzlicher, sondern er erfolgt allmählich durch Drucksteigerung. Es sei bemerkt, daß dieser Kontakt bei Anwendung höherer Spannungen mit Sicherheit versagen würde, da die allmähliche Schließung Funkenbildung und Verbrennung entstehen läßt, die auch durch den größten Kontaktdruck nicht mehr unschädlich zu machen ist.

Der Widerstand der Elektromagnetspule *M* beträgt 13 Ohm, folglich entsteht ein Stromverbrauch von $3 : 13 = 0,23$ Ampere. Weiteres über Stromverbrauch und Lebensdauer von Elementen ist im Kapitel X ausgeführt⁶⁾.

Die Werke werden sowohl in Tisch- wie in Wanduhren eingebaut.

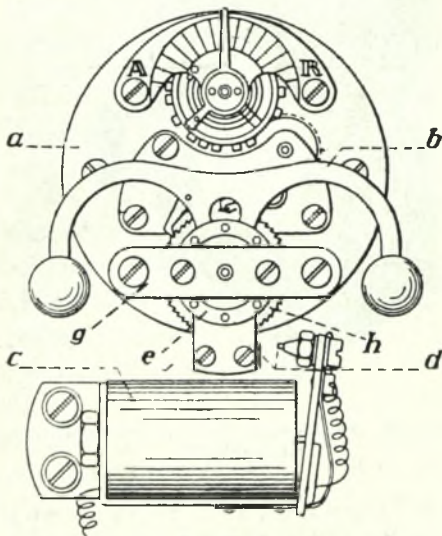


Abb. 20. Elektromat-Uhr

Die „Elektromat“-Uhr

Die heute nicht mehr hergestellte „Elektromat“-Uhr wird mit einer Taschenlampen-Batterie von 4,5 Volt Spannung betrieben; sie besteht aus einem Taschenuhrwerk mit Ankerhemmung, Elinvar-Spiralfeder und Invar-Unruh, einem Topfmagneten und der Aufzugs- sowie Kontaktvorrichtung.

Die Abbildung 20 zeigt das Werk in Vorderansicht. Der Doppelschwinghebel *b* ist mit einer Buchse auf der Minutenradwelle drehbar und durch das Futter mit dem inneren Ende der spiralförmigen Zugfeder

⁶⁾ Vgl. auch Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, Seite 129.

verbunden. Deren äußeres Ende steht mit dem Ring *e* in Verbindung, an dessen Umfang ein Kreis von Befestigungslöchern angeordnet ist, so daß mit ihrer Hilfe die Feder nach Wunsch an- oder abgespannt werden kann. Der Schwunghebel *b* hat somit bei angespannter Zugfeder die Neigung, sich dem Uhrzeiger-Drehsinn entgegengesetzt zu drehen. Hieran wird er durch einen in das Sperrad *h* eingreifenden Sperrkegel verhindert, der mit dem Minutenrad durch einen Mitnehmer verbunden ist.

Dreht sich aber das Minutenrad durch das Gehen der Uhr, so entspannt sich die Zugfeder, und der linke Arm des Schwunghebeles *b* senkt sich, während der rechte sich hebt. Hierdurch wird schließlich auch der Kontakt *d* geschlossen, indem das Kontaktplättchen sich immer mehr dem Kontaktstift nähert und dann der Kontaktdruck ein immer stärkerer wird. Damit ist aber auch der Stromkreis des Topfmagneten geschlossen, der seinen Anker anzieht, so daß der Kontaktstift unmittelbar auf die Kontaktbrücke drückt und den Schwunghebel *h* nach rechts herumwirft. Dabei gleitet dessen Sperrkegel über die Zähne des Sperrrades hinweg und klinkt erst nach Beendigung der Schwungbewegung ein; die Zugfeder ist um das abgelaufene Stück neu gespannt worden. Das Aufziehen wiederholt sich alle sieben Minuten, volle Elementspannung vorausgesetzt. Eine Gegensperrfeder hält die Kraftzufuhr zum Minutenrad für die Dauer des Aufzugsvorganges aufrecht.

Auch dieser Uhr fehlt die Augenblicksschaltung des Kontaktes für den Stromschluß, und die Unterbrechung erfolgt nur durch Schleuderung eines Kontaktteils.

Da das Werk ganz besonders flach gebaut ist, so konnte es zum Einbau in apart schmale Tischuhrgehäuse Verwendung finden, die geradezu aufsehen-erregend schmal sind.

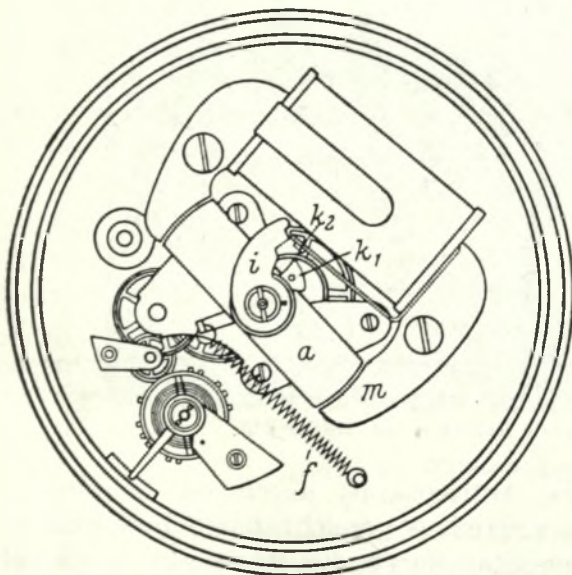


Abb. 21. Supremo-Uhr, Vorderansicht

Die „Supremo“-Uhr

Die „Supremo“-Uhr, ein Erzeugnis der Firma Vve. Leon Schmid & Co., La Chaux-de-Fonds, besitzt ebenfalls ein durch eine Taschenlampen-Batterie angetriebenes Werk. Ein kleines Zusatzelement von hoher Lebensdauer soll die Batterie unterstützen, deren 4,5 Volt betragende Span-

Der normalgeformte Schwinganker a des Magnetsystems m trägt befestigt auf seiner Welle den Kontaktarm k_1 und beweglich sowie unter Federkraft stehend den aus Isoliermaterial bestehenden Schaltarm i , der die Kontaktfeder k_2 steuert. Die mit dem Anker a verbundene Schraubenfeder f bildet die Zugfeder. Die Übertragung ihrer Kraft auf das Kleinbodenrad der Uhr erfolgt in der üblichen, schon wiederholt beschriebenen Art mittels Sperrad und Sperrklinke; doch wird durch Verwendung besonderer Winkelhebel die Federkraft gleichmäßig übertragen.

Die Möller-Uhr

Nach Abbildung 22 wird die Antriebskraft durch die Schraubenfeder F geliefert; die Kraft des gestrichelt gezeichneten Schwingankers wird im Anfang der Aufzugsbewegung durch die Masse der Schwinggewichte G gebremst, um am Ende beschleunigt zu werden, so daß nach

Stromabschaltung durch Überschwung eine erhebliche Verlängerung des Aufzugsvorgangs entsteht.

Der Kontakt ist sehr einfach gehalten. Bei der Aufzugsbewegung gleitet der Platinstift *S* an der Kontaktfläche des unten federnden Hebels *H* entlang. Auf dem durch den Ablauf der Uhr bedingten Rückwege trifft er dagegen auf das keilförmige Isolierstück *C* und hebt den Hebel *H* hoch, ohne die Kontaktfläche zu berühren. Diese Kontaktbauart hat man heute verlassen, weil das Schleifen eines Kontaktteils auf einem Isolierkörper infolge von Schmutzbildung eine Störungsquelle werden kann; die Rückbewegung des Kontaktes muß im Luftwege erfolgen.

Seit vielen Jahren bringt die Firma ihre Einzeluhr auch in Verbindung mit einem besonderen Hauptuhr-Kontaktwerk bekannter Konstruktion, mit einer Signaleinrichtung und mit einem Schlagwerk je besonderer Bauart heraus. Das letztgenannte ist im Abschnitt 14, die Signaleinrichtung und das Kontaktwerk in späteren Bänden beschrieben.

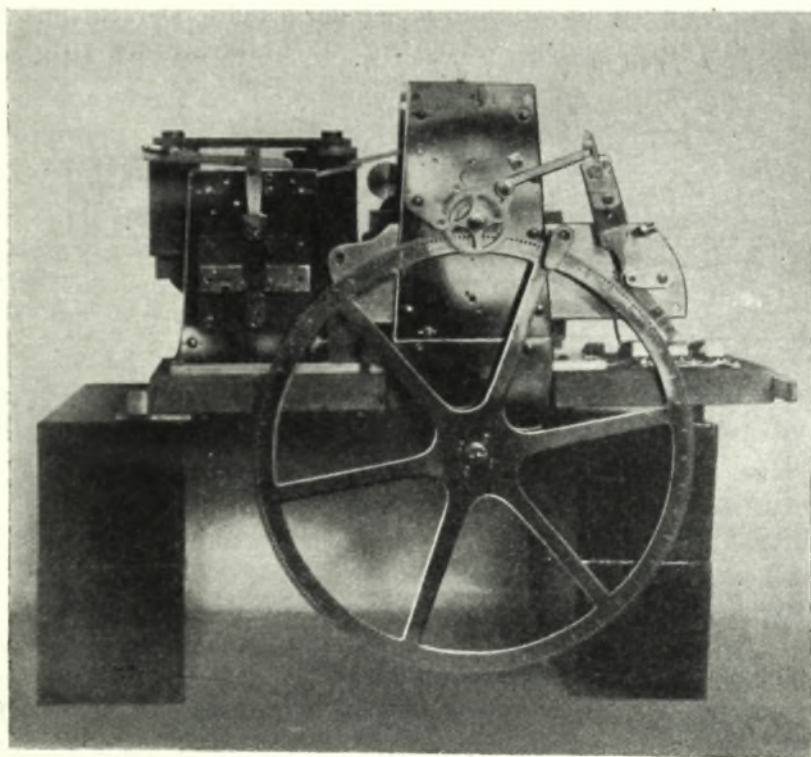


Abb. 23. Möller-Haupt-Signaluhr

Die Abbildung 23 bringt die Zusammenstellung dieser Werke zu einer Haupt-Signaluhr mit Selbstaufzug. Die Auslösehebel für das Kontaktwerk sowie der Signalkontakt sind deutlich sichtbar.

Die Spulen der Einzeluhr sind für den Betrieb durch zwei mittelgroße Elemente, also für 3 Volt, gewickelt; der Aufzug erfolgt alle sieben bis acht Minuten. Das ganze Werk ist von feiner Ausführung und zeigt sehr gute Gangergebnisse. Nur hat es sich gezeigt, daß sehr feine Radverzahnungen unbrauchbar sind für staubige Betriebe.

Die Anwendung der mit dem Schwinganker verbundenen Schwinggewichte wird noch heute dieser Bauart oft nachgebildet.

Riefler-Aufzug

Der Aufzug von Dr. S. Riefler, München, ist durch die Rieflerschen Präzisions-Pendeluhrn sehr bekannt geworden. Er wird durch zwei Akkumulatorenzellen, also mit 4 Volt, betrieben; die Spannung wird durch einen regelbaren Widerstand auf gleichmäßiger Höhe erhalten. Es handelt sich hier also nicht um gewöhnliche Gebrauchsuhrn, sondern um wissenschaftlichen Zwecken dienende Sekunden-Pendeluhrn, die sich in ununterbrochener Wartung durch Fachleute befinden.

Der Aufzug ist in Abbildung 24 dargestellt. Der Stromschluß erfolgt ungefähr alle zwanzig Sekunden; die Fallkraft des 10 g schweren

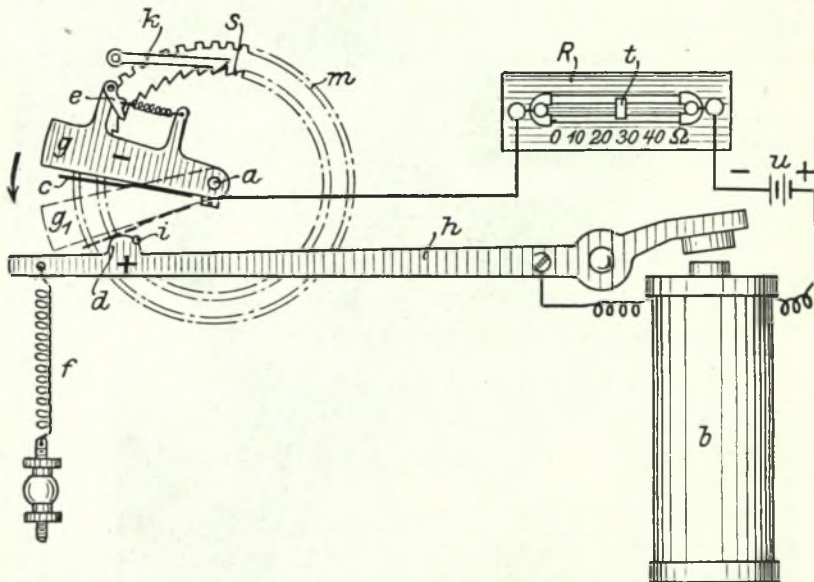


Abb. 24. Elektrischer Aufzug von Riefler, schematisch

Hebels g greift an den Zähnen eines Sperrades an, das durch ein Gegengesperr mit dem Zwischenrade verbunden ist. Wenn das Gewicht in die Stellung g_1 abgesunken ist, findet Kontaktschluß statt; der lange Hebel h wird durch den Elektromagneten hochgezogen, wobei er das Gewicht g nach oben schleudert, bis sich der Sperrkegel e in den Zähnen des Sperrrades fängt.

Weil die Drehpunkte von g und h zueinander versetzt sind, entsteht wohl ein Schleifen des Kontaktes, aber für den Starkstrom-Betrieb ist dieser durchaus nicht geeignet, da die Stromeinschaltung langsam vor sich geht. Auch die Stromunterbrechung, die durch den aus einem Stein bestehenden Stift i erfolgt, ist nur für niedere Spannungen berechnet. Die große Gleichmäßigkeit dieses Gewichtsantriebes bedingt eine ausgezeichnete Regulierung der Uhr. Dr. Riefler legte jedoch einen ganz besonderen Wert auf den Umstand, daß dieser Aufzug den Gang der Uhr durch Vermeidung aller Erschütterungen nicht stört.

4. Aufzug mit polarisiertem Magnet für Wechselstrom und mit Gangreserve (Assa-Uhr)

Die „Assa“-Uhr, Fabrikat der Firma A. Schild S. A. in Grenchen (Schweiz), ist der Bauart nach eine Klasse für sich. Sie gehört zu den nur in Wechselstromnetzen brauchbaren Starkstromuhren, wird für alle Gebrauchsspannungen gewickelt, kann also auch über Klingeltransformatoren als Schwachstromuhr betrieben werden, hat eine sehr große Gangreserve von 50 Stunden, einen außergewöhnlich geringen Stromverbrauch und eine Aufzugsfolge von rund acht Stunden; die Aufzugsdauer beträgt etwa 20 Sekunden.

Das Uhrwerk ist wie die Gehäuse von hoher Qualität; die Präzisions-Ankerhemmung besitzt Temperaturkompensation. Das Werk ist mit Stellung ausgerüstet, so daß die größere Kraft der letzten Zugfedergänge nicht zur Wirkung kommt und sich in Verbindung mit der Präzisionsausführung des Werkes ein sehr regelmäßiger Gang ergibt. Das Uhrwerk ist gegen den Einfluß der starken Felder des Dauermagneten durch eine Eisenwand geschützt, die es von dem Aufzug trennt.

Ganz besonders bemerkenswert ist der in Abbildung 25 dargestellte Antriebsmotor, dessen Anker mit der Periode des antreibenden Wechselstromes schwingt (Periode = Zahl der Wechsel des Wechselstromes in der Sekunde = 50 in Deutschland). Der sichtbare, aus Rundstahl bestehende Dauermagnet liegt an den beiden Polschuhen des Wechselstrom-Elektromagneten an; er polarisiert ihr oberes, nach der Spulenmitte zu abgeschrägtes Ende je nord- und südmagnetisch. Über diesen Polschuhen ist ein leichtbeweglicher Anker angebracht, dessen wirksames unteres Ende die Polschuhe überlappt, so daß rechts und links je ein enger Luftspalt entsteht. Somit fließt über den Anker ein ständiger dauermagnetischer Kraftlinienstrom, und die Ankerenden werden zu den Polschuhen umgekehrt polarisiert⁷⁾.

⁷⁾ Siehe Kesseldorfer, Grundlagen der Elektrotechnik, S. 51, ferner Bd. III dieser Bücherreihe, Abschnitt über „polarisierte Nebenuhren“.

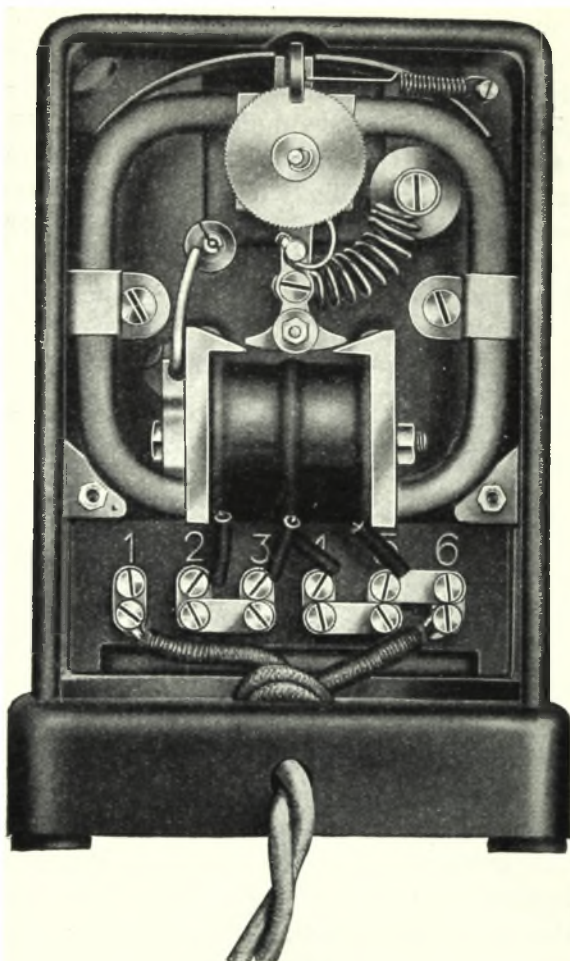


Abb. 25. Assa-Uhr

Fließt nun über die Spule ein Wechselstrom, so wird der eine Wechsel den Dauermagnetismus des einen Polschuhes verstärken und den des anderen schwächen, so daß der Anker nach der Seite des stärkeren Polschuhes hin angezogen wird; der nächste Wechsel polarisiert umgekehrt und zieht den Anker nach der anderen Seite. Somit muß er im Verlauf jeder Periode des Wechselstromes eine Doppelschwingung machen. Die Amplitude dieser Ankerschwingungen ist natürlich sehr klein, und deshalb ist mit dem Kern der Aufzugfeder ein großes, sehr fein gezahntes Rad verbunden, das durch eine am Magnetanker befestigte Klinke fortgestellt wird. Dieser Aufzug ist genau nach dem Grundsatz der polarisierten Nebenuhren gebaut; seine Betriebssicherheit ist besonders ab-

hängig von dem Grade der Abnutzung der Klinke und der feinen Zähne des Schaltrades.

Der in der Abbildung nicht sichtbare Kontakt besteht aus zwei kräftigen Armen, die von dem Federhaus einerseits und der Federhauswelle andererseits gesteuert werden.

5. Aufzug mit Asynchron- oder Gleichstrommotor und mit Gangreserve

Allgemeines

Die Motoraufzüge für Einzeluhren unterscheiden sich in erster Linie durch die Stromart, für die der verwendete Motor bestimmt ist⁸⁾. Man kennt Motoren für Gleichstrom, für Wechselstrom und für Drehstrom.

⁸⁾ Vgl. Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, S. 151.

Gleichstrommotoren besitzen unter allen Umständen einen Kollektor, an den die einzelnen Ankerspulen angeschlossen sind, sowie mindestens ein Bürstenpaar für die Stromzuführung zu den Kollektorsegmenten.

In bezug auf die Schaltung des Ankers zu den Feldspulen trennt man die Gleichstrommotoren in „Nebenschluß-“ und „Hauptstrommotoren“; der Nebenschlußmotor kennzeichnet sich durch Parallelschaltung, der Hauptstrommotor durch Reihenschaltung seiner Ankerspulen zu den Erregerwicklungen. Der Nebenschlußmotor zieht nicht mit Vollast an, läuft aber mit ungefähr gleichbleibender Drehzahl bei allen Belastungen; der Hauptstrommotor zieht mit Vollast an, erhöht seine Drehzahl bei Leerlauf sehr stark, so daß bei großen Motoren der Anker auseinanderfliegt, und ändert somit seine Drehzahl mit der Belastung.

Jeder Hauptstrommotor läuft und zieht auch im Einphasen-Wechselstromnetz, weil seine Anker- und Feldspulen gleichzeitig von dem Wechsel beeinflußt sind, was wegen der ungleichen Induktivität des Erreger- und Ankerfeldes für den Nebenschlußmotor nicht zutrifft. Aber im Wechselstrombetriebe entsteht am Hauptstrommotor ein unzulässig starkes Bürstenfeuer, was sich allerdings bei sehr kleinen Motoren, wie sie für Uhren oftmals nur erforderlich werden, durch die Parallelschaltung von Funkenlöschern zum Kollektor beseitigen läßt. Solche kleinen Motoren für Uhrenaufzüge werden mit Erfolg auch anstatt der Feldwicklung mit einem Dauermagneten versehen, wodurch nicht nur ein sehr konstantes Erregerfeld entsteht, sondern auch der Stromverbrauch herabgesetzt wird.

Die Einphasen-Wechselstrommotoren werden getrennt in Synchron- und Asynchronmotoren; der Synchronmotor läuft bei jeder Belastung zeitengleich mit der Frequenz (den einzelnen Stromstößen) des Wechselstromes, der Asynchronmotor dagegen läuft mit „Schlupf“, das heißt, seine Drehbewegung ist etwas geringer, als dem zeitlichen Verlauf der Stromstöße entspricht. Der Synchronmotor in seiner kleinsten Form findet Verwendung für die Synchronuhren (siehe Band II), der Asynchronmotor dient als Antriebsmotor für Aufzüge von Einzeluhren.

Hinsichtlich der Bauart kennt man im allgemeinen „Kurzschlußmotoren“, die künstlich angeworfen werden müssen oder durch Zusatzwicklungen zum selbsttätigen Anlauf gebracht werden, und Kollektormotoren, die selbsttätig anlaufen, und die sehr ähnlich dem Gleichstrom-Hauptstrommotor gebaut sind. Durch die Zusatzwicklungen wird in den Kurzschlußmotoren ein „Drehfeld“ erzeugt, das dem einphasigen Wechselstrom fehlt ⁹⁾.

⁹⁾ Vgl. Kesseldorfer, Grundlagen der Elektrotechnik, S. 81.

Bei jeder Uhr mit Motoraufzug sollte der Motor hinsichtlich seiner Konstruktion mit sehr kritischen Augen beurteilt werden. Es ist nämlich sehr schwierig, bei Kollektormotoren von so kleiner Leistung, wie sie für Uhren angewandt werden, die Bürsten dauernd funkenfrei arbeiten zu lassen. Erstens kann der Bürstendruck nur schwach sein, weil er nur eine geringe Kraft dem Motor fortnehmen darf, um das Anlaufen sicherzustellen, und zweitens lassen sich die Kompensationseinrichtungen größerer Motoren, wie z. B. Wendepole, nicht anbringen. Drittens fehlen diesen Kleinmotoren ebenfalls die bei großen Motoren angewendeten Hilfsmittel zum Einstellen der Bürsten in die „neutrale Zone“. Da nun viertens die Motoraufzüge jahrelang ohne Wartung arbeiten müssen, so muß an sie die Forderung gestellt werden, daß die Kollektorlamellen und Bürsten weder oxydieren noch verschmieren. (Die beschränkte Möglichkeit der Funkenlöschung ist oben bereits behandelt worden.) Wer sich mit Kleinmotoren viel beschäftigt hat, wird die Erfahrung gemacht haben, wie schwer diese Forderung zu erfüllen ist. Uhren mit Kollektormotoren sind daher sehr sorgfältig zu prüfen, bevor sie vom Uhrmacher zum Verkauf gestellt werden.

Die Drehstrommotoren laufen ohne Ausnahme und unter Last selbsttätig an, weil sie von einem dem Drehstrom eigenen Drehfeld beeinflußt werden. Sie sind für die Technik der elektrischen Uhren ohne jede Bedeutung, da ein Drehstromnetz mit seinem Dreileiteranschluß nur für größere Leistungen in Frage kommt und es stets eine um 1,732mal höhere Spannung führt als das übliche Vierleiter-Lichtnetz mit nur zwei Anschlüssen in der Wohnung des Privatmannes.

Der vorstehende allgemeine Überblick soll das Verständnis für die nunmehr zu betrachtenden Uhrenarten erleichtern.

Die Electora-Uhr

Die „Electora“-Uhr der Firma Gebr. Junghans A. G. ist mit einem Wechselstrommotor versehen, der alle dreißig Stunden durch einen Kontakt für die Zeit von 2 bis 2½ Minuten Strom erhält und die Zugfeder aufzieht. Die Gangreserve hält bei Stromausfall achtzig Stunden die Uhr im Betrieb. Der Konstrukteur hat somit bewußt darauf verzichtet, den Vorteil des kurzzeitigen Aufzuges für die Regulierfähigkeit auszunutzen.

Der Motor ist ein „Kurzschlußmotor“ ohne Kollektor und Bürsten, so daß die im vorigen Abschnitt genannten Kollektorschwierigkeiten nicht vorhanden sind. Er besitzt einen Kurzschlußanker *A* nach Abbildung 26, bestehend aus den in zwei kupfernen Endscheiben *K* befestigten Kupferstäben *KS*, der zwischen zwei geteilten Polschuhen des von der Spule *S* erregten, geblättern Ständers *M* umläuft. Da die Spule *S* mit Einphasen-Wechselstrom gespeist wird, der ein „Drehfeld“ auf den Anker

erst dann ausübt, wenn dieser in Drehung gesetzt ist, so daß sich in den Kupferstäben Pole bilden können, so würde der Motor nicht selbsttätig anlaufen, wenn in ihm nicht

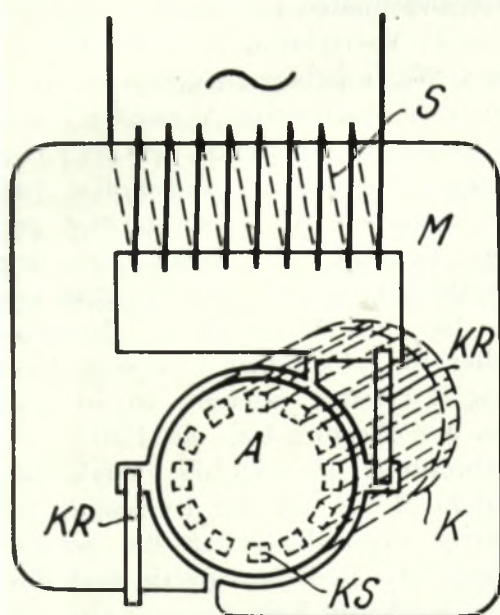


Abb. 26. Kurzschlußmotor der Electora-Uhr

durch die beiden kupfernen Kurzschlußringe *KR* ein Zweiphasenstrom gebildet würde. Infolge der die Richtung wechselnden Stromstöße entstehen in den Kurzschlußringen starke, aber gegen den Erregerstrom zeitlich nach-eilende Wirbelströme, die in dem Eisen des Ständers *M* ein gegen die durch den Hauptstrom entstehende Magnetisierung nach-eilendes magnetisches Feld erregen. Somit verlaufen in dem Ständer zwei selbständige, zeitlich zueinander versetzte magnetische Flüsse, die, weil sie zweiphasig sind, den Anker *A* zum Anlauf bringen.

Da die Kurzschlußringe Stromverbraucher sind, erhöht sich durch sie der Verbrauch des Motors. Aber er ist durchaus betriebssicher, und seine Leistung ist eine durchaus genügende, die durch geeignete Wahl des Ohmschen Widerstandes der Spule *S* und der Stärke der Kupferringe *KR* bestimmt werden kann. Es sei noch bemerkt, daß dieser Motor durch Verwendung eines Ankers *A* aus Stahl zu einem Synchronmotor umgestaltet werden könnte.

Es hat der Erfahrung vieler Jahre bedurft, bis es gelang, für Motoraufzüge geeignete Kontaktvorrichtungen zu bauen, die auf Uhren anwendbar sind. Die Schwierigkeit liegt darin, daß jeder mit voller Drehzahl laufende Motor einen um so größeren „Auslauf“ hat, je schwerer sein Anker ist. Dieser Auslauf beläßt die Kontaktvorrichtung nicht in ihrer Anfangsstellung, wodurch sich für alle bekannten Konstruktionen Schwierigkeiten ergeben. Erst durch die Anwendung einer von dem Federhaus gesteuerten „Wandermutter“ ergaben sich brauchbare Verhältnisse.

Die Wandermutter ist auch bei der Electora-Uhr angewandt, wie Abbildung 27 zeigt. Auf der mit Gewinde versehenen Federhauswelle sitzt vorne das Aufzugsrad; auf dem Gewinde ist eine Scheibe drehbar, die durch zwei in der Federhauswand befestigte Stifte gehalten wird. Dreht man das Federhaus nach rechts bei stillstehendem Aufzugsrad, so wandert die Scheibe nach rechts, weil sie von den beiden Stiften mitgenommen wird. Wird dagegen das Aufzugsrad nach links gedreht, also die Feder

aufgezogen, so wandert die Scheibe nach links, weil das Gewinde sie mitnimmt. Es besteht somit die Möglichkeit, von der Scheibe, der Wandermutter, einen Kontakt ein- und ausschalten zu lassen.

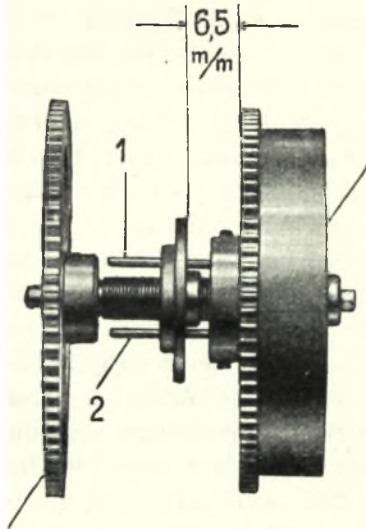


Abb. 27. Kontaktsteuerung der Electora-Uhr durch eine Wandermutter

Von dieser Vorrichtung wird für Motor- aufzüge vielfach Gebrauch gemacht; man kann sich beispielsweise vorstellen, wie einfach sie auf Kippkontakte der Art nach Abbildungen 16 und 17 anwendbar ist. Wie alle durch eine Wandermutter gesteuerten Kontakte irgendeine Art des Kippschalters darstellen, weil sie, ganz besonders für Starkstromuhren, Momentanschalter mit plötzlicher Ein- und Ausschaltung darstellen müssen, so ist das auch bei der Electora-Uhr der Fall.

Die Abbildung 28 zeigt das Werk mit angebautem Motor von der Rückseite. Es ist derartig angeordnet, daß die Schalteinrichtung, die Federhauspartie und das Räderwerk getrennt herausgenommen und eingesetzt werden können. Die auf der Hinterplatine angebrachten Ankerhemmungsteile sind durch einen Zelluloid-

deckel vor dem Verstauben geschützt. Das Werk ist mit Hohltrieben versehen, es kann anstatt mit Unruh- auch mit Pendelhemmung versehen

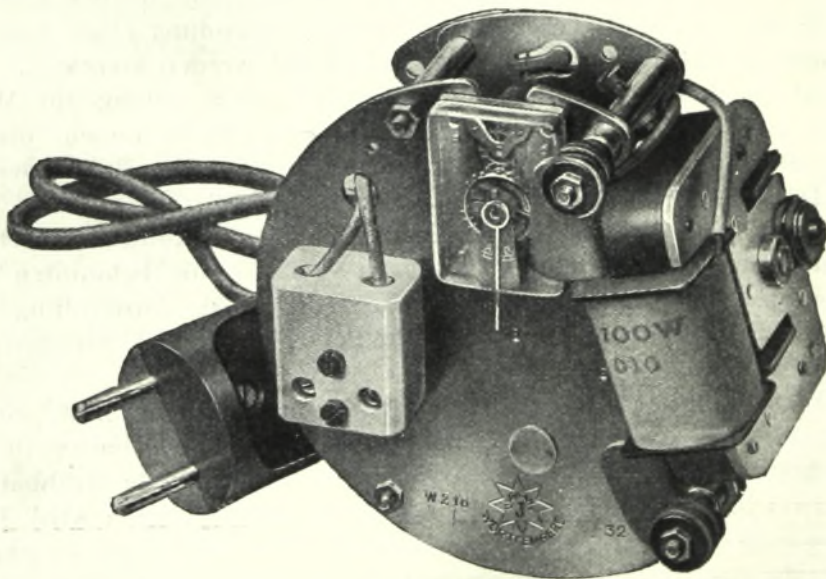


Abb. 28. Electora-Uhr von der Rückseite

werden und wird besonders in Gehäuse eingebaut, die für Büros, Sitzungszimmer, Hotels und Werkstätten geeignet sind.

Heliowatt-Uhr mit Universal-Kollektormotor

Eine mit einem Universal-Motor für Gleich- und Wechselstrom versehene Uhr haben die Heliowatt-Werke in Charlottenburg herausgebracht. Es handelt sich also um einen Kollektor-Hauptstrommotor, dessen Erregerspule mit den Ankerspulen in Reihe geschaltet ist. Entsprechend den vier Ankerspulen ist ein vier-lamelliger Kollektor aufgesetzt. Die Motorwicklungen haben einen Wider-

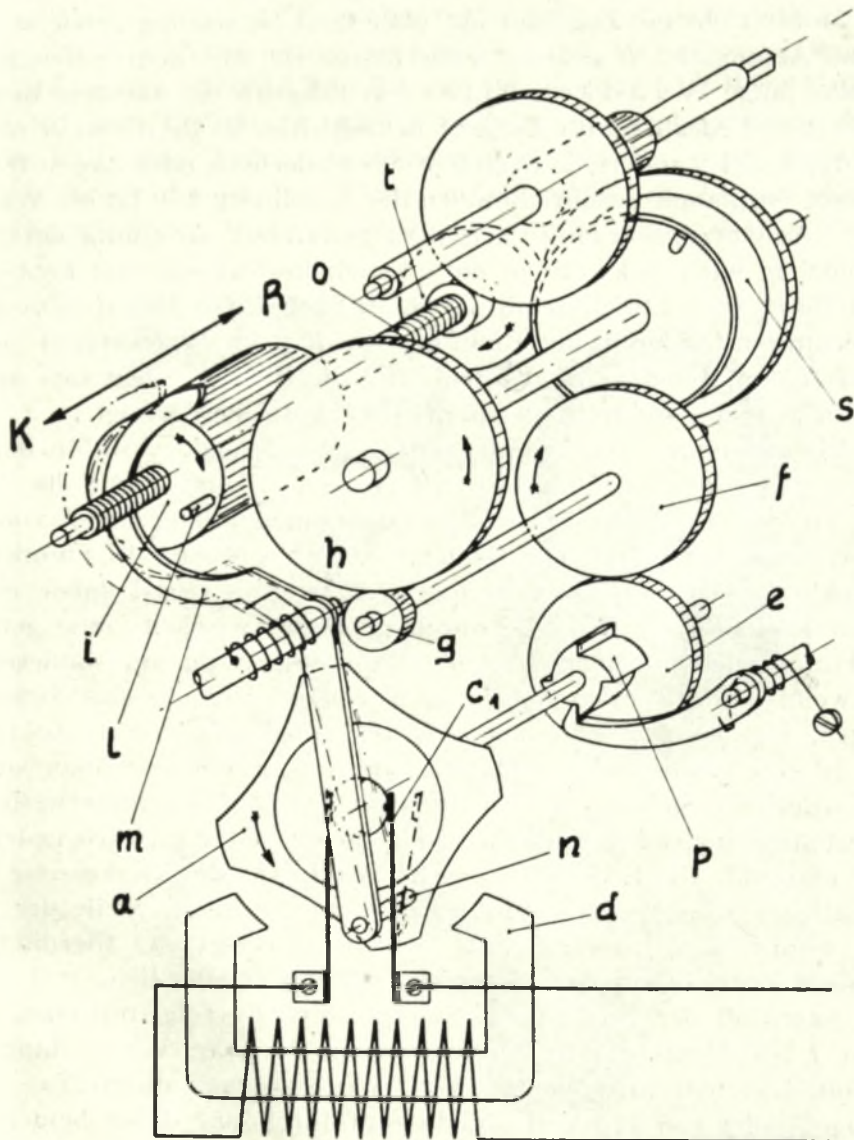


Abb. 29. Heliowatt-Uhr mit Universal-Kollektormotor

stand von 1100 Ohm und sind so abgepaßt, daß sie ohne Veränderung für 110 Volt Gleichstrom und für 220 Volt Wechselstrom anwendbar sind, während für 220 Volt Gleichstrom ein Vorwiderstand eingebaut ist. Bei 110 Volt Gleichstrom wird daher eine Stromstärke von $110 : 1100 = 0,10$ Ampere verbraucht, die allerdings durch die Selbstinduktion noch herabgedrückt wird.

In der Abbildung 29 ist eine schematische Darstellung der Schaltung und Motorsteuerung gegeben. Die Ein- und Abschaltung des Motors geschieht in der bisher noch nicht angewandten Art, daß durch den in dem Hebel *m* angebrachten Isolierstift *n* die rechtsseitige Bürste *c*₁ von dem Kollektor abgehoben und wieder angelegt wird.

Der Motor zieht die Zugfeder auf über die Übersetzungsgetriebe *e*, *f*, *g* und das Aufzugsrad *h* auf der Federhauswelle. Mit dem Aufzugsrad *h* steht eine lange *Wander Mutter i* in Eingriff, die auf dem Gewinde der mit dem Federhaus im Eingriff befindlichen Welle *o* von *R* nach *K* oder umgekehrt wandert, je nachdem das Federhaus oder das Aufzugsrad sich dreht (vgl. auch Beschreibung zu der Abbildung 27). Ist die Wandermutter *i* im Aufzugsvorgang nach vorn gewandert, so nimmt der Stift *l* den Hebel *m* nach links mit in die gestrichelte Stellung und hebt damit die Bürste *c*₁ vom Kollektor ab. Ist dann nach einer Ablaufperiode die Wandermutter wieder in der Richtung von *K* nach *R* gewandert, so gibt der Stift *l* den Hebel *m* wieder frei, und die Bürste *c*₁ legt sich an den Kollektor zurück, wodurch ein abermaliges Aufziehen erfolgt.

Die Übersetzungen zur Wandermutter sind derartig gewählt, daß die *Feder alle drei Stunden nach gespannt* wird; der Motor besitzt eine hohe Drehzahl, woraus sich eine Aufzugsdauer von nur wenigen Sekunden ergibt. Die *Gangreserve* beträgt 48 Stunden.

Kollektormotoren mit sehr wenigen Ankerspulen und daher ebenso wenigen Kollektorlamellen, die durch größere Zwischenräume getrennt sind, laufen nicht in jeder Ankerstellung selbsttätig an, sondern nur dann, wenn beide Bürsten auf je einer Kollektorlamelle mit Sicherheit aufliegen. Um dem beschriebenen Motor einen ungestörten Anlauf zu geben, ist eine besondere Vorrichtung vorgesehen, die den Anker stets in die erforderliche Stellung zu den Bürsten zieht. Auf der Ankerwelle sitzt das vierteilige Stellrad *p*, in das eine durch eine Feder aufwärts gedrückte Klinke einwirkt. Die Federkraft der Klinke drückt die Klinkennase nach jedesmaligem Stillstehen des Motorankers an die tiefste Stelle der Stellkurve, wodurch die Ankerstellung jeweils festgelegt ist. Allerdings erhöht diese Vorrichtung das Motor - *Geräusch* erheblich.

Der Anschluß der Uhr an das Starkstromnetz erfolgt mit einer dreipoligen Lüsterklemme mit Bezeichnungen für die Verwendung von 110 Volt Gleichstrom und 220 Volt Wechselstrom durch zwei Einführungen, oder von 220 Volt Gleichstrom durch eine dieser beiden Einführungen und eine dritte.

Die Uhrwerke können mit Pendelhemmung oder mit Unruhhemmung geliefert werden; die Unruhwerke sind mit massiven Platinen und Trieben, mit Invar-Unruh und Elinvar-Breguetspiralfeder ausgerüstet. Eingebaut werden die Uhren in moderne Eichen- und Edelholzgehäuse.

Aufzug der Magneta-Hauptuhr

Der Aufzug des schweren Antriebsgewichtes der „Magneta“-Hauptuhren erfolgt nach Abbildung 30 je nach den örtlichen Verhältnissen durch einen Wechselstrom- oder Gleichstrommotor, im Bild mit 30 bezeichnet. Zwischen Motor und Aufzugsrädern ist ein Differentialgetriebe geschaltet, wie es Abbildung 31 zeigt, und wie es sehr viel in der Meßtechnik zur Ablesung verschiedener Geschwindigkeiten oder auch zur Kontaktsteuerung verwendet wird. Es sei angenommen, daß das linksseitige Stirnrad und das mit ihm verbundene Kegel- oder Kronrad mit dem Federhaus einer Einzeluhr, die rechtsseitigen Räder dagegen mit dem Aufzugsmechanismus verbunden sind. Zwischen die beiden Kronräder ist das „Planetenrad“ geschaltet, das auf einer rechtwinklig zur ersten Achse angeordneten zweiten Achse drehbar ist.

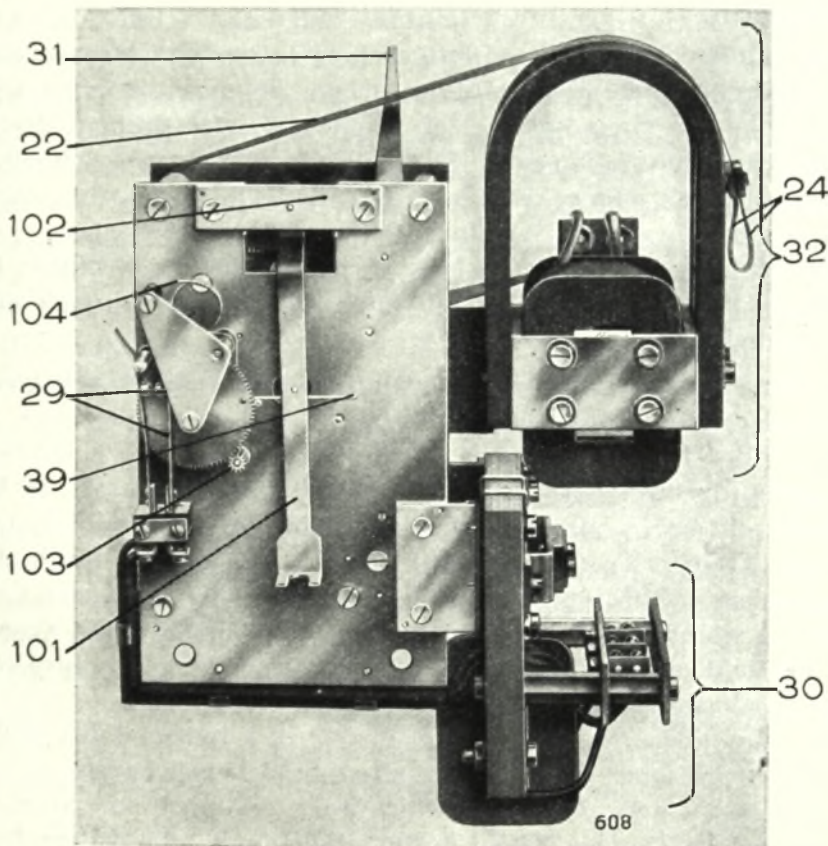


Abb. 30. Magneta-Aufzug

In Abbildung 32 sehen wir das Getriebe zerlegt; die lange Welle, auf der die Stirn- und Kronräder laufen, wird „Kreuzwelle“ genannt, die kürzere und zu ihr senkrecht stehende ist die „Planetenwelle“. Ihr

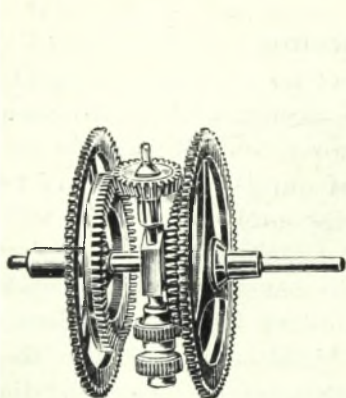


Abb. 31. Differentialgetriebe

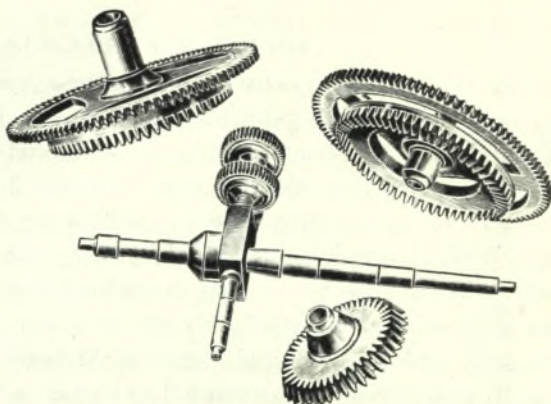


Abb. 32. Teile des Differentialgetriebes

hinteres Ende trägt zum Gewichtsausgleich ein Gewinde mit zwei regelbaren Muttern.

Aufzug und Federhausablauf müssen den beiden Stirnrädern eine einander entgegengesetzte Drehrichtung geben. Solange die Stirnräder mit gleichmäßiger Geschwindigkeit sich entgegengesetzt drehen, dreht sich das Planetenrad nur auf seiner Achse. Wird ein Stirnrad schneller herumdrehen als das andere, so fängt das Planetenrad an zu „wandern“, und es nimmt die Kreuzwelle mit. Dreht sich beispielsweise das linke Stirnrad schneller nach vorn herum als das rechte nach hinten herum, so wird das Planetenrad und damit auch die Kreuzwelle nach dem Beschauer zu wandern.

Auf eine Kontaktsteuerung angewandt, bedeutet die Arbeitsweise des Differentialgetriebes in unserem Beispiel: Läuft das Federhaus infolge des Gehens der Uhr herum, so wird die Kreuzwelle nach einer Seite gedreht; dreht dagegen der Aufzug das rechtsseitige Stirnrad, so hat die Kreuzwelle die entgegengesetzte Drehrichtung. Es ist somit ein leichtes, durch die Kreuzwelle den Kontakt steuern zu lassen; durch die Anwendung eines „Differentials“ wird außerdem ein Gegengespeerr unnötig, wodurch für die Gangleistung der Uhr der sehr wesentliche Vorteil entsteht, daß während des Aufzugsvorganges eine durch die Arbeit der Gegenspeerrfeder bedingte Zugkraftänderung vermieden ist. Besonders wertvoll erweist sich das Getriebe als Differenzanzeiger verschiedener Geschwindigkeiten. Sind beispielsweise zwei Meßuhren jede mit einem der beiden Stirnräder gekuppelt, so wird ein auf der Kreuzwelle sitzender Zeiger jederzeit den genauen Unterschied der Umdrehungen der Meßräder beider Uhren unmittelbar anzeigen.

Nach Abbildung 30 besteht die Kontaktvorrichtung des Magnetaufzuges aus den beiden Kontaktfedern 29, die durch eine Isolierrolle außer Kontakt miteinander gehalten werden, und einer Steuerung dieser Isolierrolle vom Differential aus. Auf der Kreuzwelle sitzt das Trieb 103, das ein mit Führungsstiften versehenes Rad antreibt. Durch dieses Rad wird ein Hebelsystem bewegt, welches die Isolierrolle beim Schließen des Kontaktes plötzlich von den Kontaktfedern entfernt und beim Öffnen sie zwischen beide zwängt.

6. Aufzug mit Ferraris-Motor und mit Gangreserve

Allgemeines

Neben den bereits besprochenen normalen Wechselstrommotoren gibt es noch eine, nur die geringe Kraft von 2 bis 4 cmg entfaltende Sonderart, den Ferraris-Motor.

Der für den Uhrenaufzug je nach der Übersetzung vom Motor zur Zugfeder mehr oder weniger sehr geringe Verbrauch von 0,5 bis 3 Watt läßt den Gedanken entstehen, diesen Motor dauernd eingeschaltet zu lassen und dadurch jeden Kontakt entbehrlich zu machen. Dieser Gedanke liegt mehreren Uhren zugrunde, und er ist sicher nicht der schlechteste; er kann unter Beobachtung aller möglichen Vorteile zu einer ebenso einfachen wie betriebssicheren Bauart führen.

Diese Vorteile sind nicht immer und nicht vollständig ausgenutzt; sie bestehen in dem Fortfall des Kontaktes, in der mechanischen Bremsung der Systemscheibe bei rund $\frac{3}{4}$ des vollen Zugfederaufzuges, einer recht großen Gangreserve und besonders in einer hohen Übersetzung zwischen Motor und Zugfeder zwecks Verminderung des Stromverbrauchs auf rund 0,5 Watt. Dieser Verbrauch summiert sich im Jahr auf $(0,5 \cdot 24 \cdot 365) : 1000 = 4,38$ Kilowattstunden, während ein Verbrauch von 2 Watt mit 17,5 Kilowattstunden jährlich zu hoch ist. Ein Lichtzähler läuft mit 0,5 % seiner Vollast sicher an, bei einer Leistung von „3/220“ (3 Ampere \times 220 Volt = 660 Watt) also mit $\frac{0,5 \cdot 660}{100} = 3,3$ Watt, und bei „3/110“ schon mit 1,65 Watt. Der Einwand, daß der Zähler durch die Einschaltung eines solchen Motors gar nicht anläuft, ist für manche Verhältnisse von Bedeutung, aber in allen denjenigen Fällen sehr wenig, wenn noch weitere Stromverbraucher eingeschaltet sind. Die zielbewußte Schaffung von Aufzügen mit Ferraris-Motor muß sich daher auf einen möglichst geringen Stromverbrauch einstellen.

Die Wirkungsweise eines Ferraris-Motors¹⁰⁾ beruht auf der von Ferraris festgestellten Tatsache, daß eine drehbar angeordnete Metallscheibe oder ein Zylinder in Dauerumdrehung kommt, wenn zwei recht-

¹⁰⁾ Vgl. Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, S. 175.

winklig sich kreuzende, von Wechselströmen verschiedener „Phasen“ durchflossene Spulen auf sie einwirken.

Das Drehmoment der Scheibe ist abhängig erstens von dem Produkt der magnetisierenden Kraft der beiden Spulen, zweitens von der zeitlichen Verschiebung der beiden Ströme zueinander, die bei 90° ein Höchstwert wird, und drittens von einer Konstanten, die sich auf die durch die magnetischen Felder in der Scheibe oder in dem Zylinder entstehende „Wirbelstrom“-Energie bezieht und abhängig ist von Material und Stärke der Scheibe ¹¹⁾. Die beste Konstante liefert eine dicke Kupferscheibe, doch übt ein hohes Gewicht eine zerstörende und zu hohe Zapfenreibung auf die Systemscheibe aus, so daß eine 0,8 bis 1,5 mm starke Aluminiumscheibe praktisch die geeignetste ist.

Da nun der Motor in Einphasennetzen ohne Einschaltung einer besonderen Stromspule verwendet werden soll, so muß ein zweiter Stromfluß künstlich erzeugt werden, der zu dem Hauptstrom möglichst bis zu 90° entweder vor- oder rückwärts verschoben ist, weil bei 90° das größte Drehmoment entsteht. Das wird dadurch erreicht, daß auf den einen Schenkel des Statoreisens ein kräftiger Kupferring aufgebracht ist, in welchem ein „Wirbelstrom“ entsteht, der in dem Statoreisen ein zu der Hauptmagnetisierung nach rückwärts verschobenes Feld induziert, das je nach der Stärke des Kupferringes mehr oder weniger, doch niemals völlig bis zu 90° nacheilt. So entsteht ein Drehmoment von 2 bis 4 cmg. Um den für jeden Fall wirksamsten Kreuzungswinkel der beiden Magnetfelder einstellen zu können, macht man den einen Schenkel des Statoreisens um seine Achse einstellbar.

Die Ferramo-Uhr

Die „Ferramo“-Uhr von T. Bäuerle & Söhne in St. Georgen ist ein Gehwerk mit Unruh-Ankerhemmung und ständig unter Strom stehendem Ferraris-Motor; sie ist in Abbildung 33 dargestellt. Sie ist selbstverständlich nur zum Anschluß an Wechsel- und Drehstromnetze, in letztem Falle zwischen dem Null- und einem der drei Phasenleiter geschaltet, verwendbar. Die Gangreserve beträgt 24 Stunden, ist also mehr als genügend bemessen.

Die Wirkungsweise des Aufzuges ist derart, daß der Motor die Triebfeder immer dann ein Stückchen aufzieht, wenn das Drehmoment des Motors das Kraftmoment der Zugfeder etwas überwunden hat. Eine mit einem Bremshebel verbundene Wandermutter schützt die Triebfeder vor einem zu starken Aufziehen. Das

¹¹⁾ Somit ergibt sich für das Drehmoment eines Ferrarismotors die Beziehung: $D = \Phi_1 \Phi_2 K \sin \alpha$, in welcher D das Drehmoment, Φ_1 das magnetische Feld der einen, Φ_2 das der zweiten Spule, K die Materialkonstante und α der Verschiebungswinkel der Phasen beider Ströme ist.

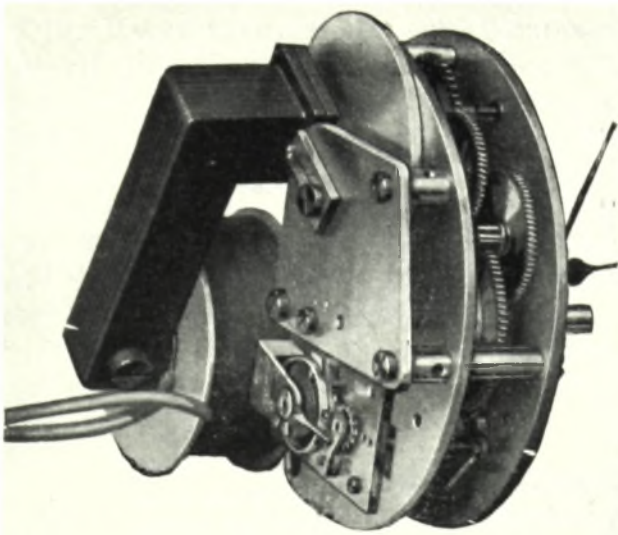


Abb. 33. Werk der Ferraro-Uhr

Fehlen eines Kontaktes hebt die Betriebssicherheit der Uhr natürlich außerordentlich.

Der Motor besteht aus dem geblättern Ständer, auf den am Luftspalt dicke Kupferinge gesetzt sind, der Spannungsspule und der Läuferscheibe, die oberhalb der Platine umläuft. Es liegt eine sehr günstige Anordnung der Motorteile und der Übersetzung zur Triebfeder

vor, da der Verbrauch des Motors nach Angabe der Firma nur 0,51 Watt beträgt. Ein Ferraris-Motor läuft stets geräuschlos, ein weiterer erheblicher Vorzug dieses Motors vor anderen; außerdem läuft er mit geringer Drehzahl, seine Lager sind daher wenig dem Verschleiß ausgesetzt. Sein einziger Nachteil besteht vielleicht darin, daß der verhältnismäßig große Durchmesser seiner Systemscheibe seine Anwendung auf flache Uhren verhindert.

Heliowatt-Uhr mit Ferraris-Motor

Auch der kontaktlose Ferrarismotor-Uhrenaufzug der Heliowatt-Werke hat ähnliche Eigenschaften; nur ist infolge einer kleineren Übersetzung zur Triebfeder sein Verbrauch auf 2,5 bis 2,8 Watt erhöht.

Damit der Motor die Feder nicht dauernd in vollaufgezogenem Zustande erhält, ist eine Bremsvorrichtung der Läuferscheibe vorgesehen, wie sie Abbildung 34 zeigt. Das linksdrehende Sperrrad sitzt auf der Minutenradwelle der Uhr. Wenn einer seiner Zähne die Sperrklinke um einen eingestellten Betrag gehoben hat, so wird die Läuferscheibe des Motors solange gehemmt, bis die Klinke von dem Zahn abfällt, worauf sich der Aufzugsvorgang solange wiederholt, bis ein neuer Sperrzahn die Bremse betätigt. Durch erstmaliges Einstellen kann man den Spannungszustand der Zugfeder also nach Belieben festlegen; doch erfordert die Regelung zwischen Aufzug und Ablauf der Feder Aufmerksamkeit in der Bremsregulierung.

Die Gangreserve der Uhr kann auf mehr als vierzig Stunden ausgedehnt werden; die Uhr wird als Pendeluhr mit Grahamhemmung geliefert.

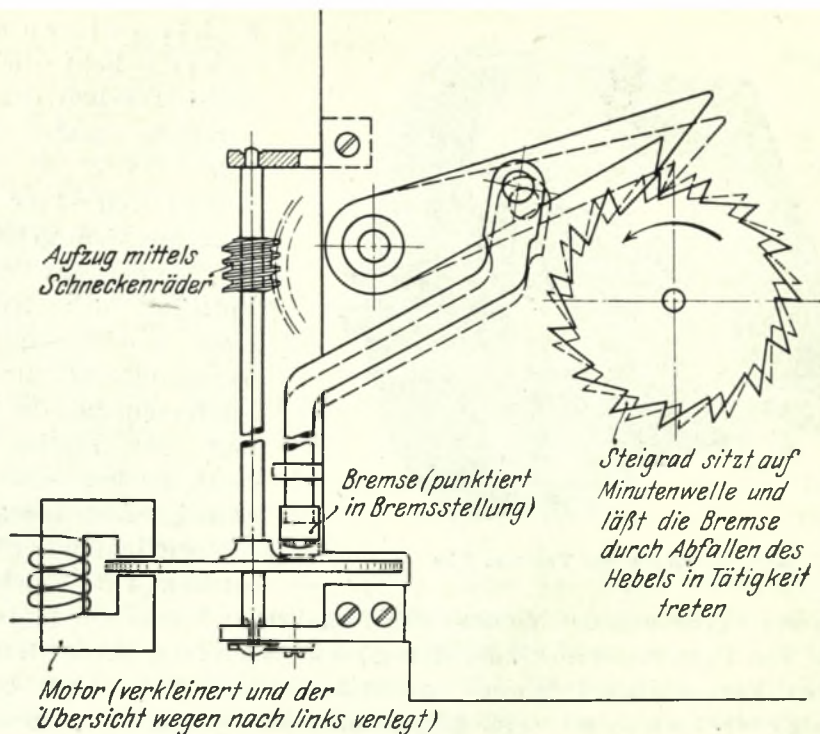


Abb. 34. Bremsvorrichtung der Heliowatt-Uhr mit Ferraris-Motor

Die Schröder-Uhr

Die Uhr der Apparatefabrik Schröder in Feuerbach-Stuttgart stellt eine Abweichung gegenüber den vorbesprochenen Konstruktionen insofern dar, als sie den Ferraris-Motor durch einen Kontakt ein- und ausschalten läßt. Außerdem ist die Läuferscheibe in Körnerschrauben gelagert gegenüber der üblichen Bauart mit Fuß- und Hals-

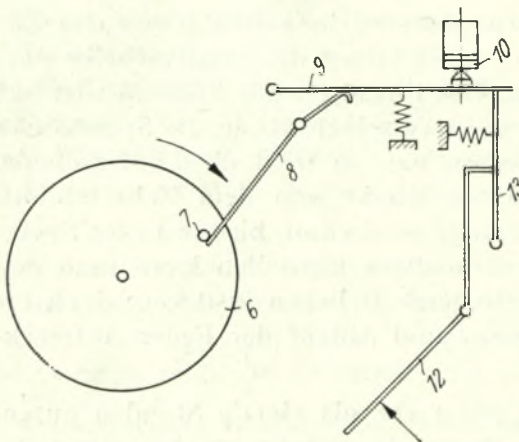


Abb. 35. Kontaktsteuerung der Schröder-Uhr

lagert gegenüber der üblichen Bauart mit Fuß- und Halslager, bei der das Fußlager derartig ausgebildet ist, daß die Läuferwelle als hochglanzpolierte Kugel in einem Rubin oder Saphier mit halbkreisförmiger Höhlung läuft. Der Motor wird stündlich durch den Kontakt eingeschaltet und läuft jeweilig etwa fünf Minuten; die Gangreserve beträgt zehn Stunden. Die Zugfeder ist auch mittels Schlüssel aufziehbar.

Der Kontakt wird durch eine Wandermutter in bekannter Weise gesteuert. Die Kontaktsteuerung ist in Abbildung 35 wiedergegeben. Das auf der Minutenwelle befestigte Steuerrad 6 drückt den Schalterhebel 8 nach oben und stellt dadurch, allerdings nicht augenblicklich, sondern allmählich, Verbindung zwischen dem Kontaktarm 9 und dem festen Kontaktteil 10 her, wobei zugleich die Halteklinke 13 einschnappt und den Kontaktschluß festlegt. Nach beendetem Aufzug drückt dann die Wandermutter mittels des Hebels 12 die Klinke 13 zurück, so daß der Kontakt sich wieder öffnet.

Das Werk wird als Unruh-Stiftankerwerk mit Messingunruh, Stahlspiralfeder und Volltrieben geliefert, als Gehäuse kommen eine Tisch- und eine Wanduhr in Auswahl.

Die Siemens-Zimmeruhr

Die in der nachfolgend beschriebenen Ausführung heute nicht mehr hergestellte Uhr der Firma Siemens & Halske A.G., Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt, ist ebenfalls eine Gehwerksuhr mit einer Gangreserve von 20 bis 24 Stunden;

der Ferraris-Motor wird nicht ausgeschaltet, zieht jedoch die Zugfeder nur alle fünf Stunden auf; die Aufzugszeit beträgt rund vierzig Minuten. Der Motor wird mechanisch gebremst, wenn er die Zugfeder um den Betrag wieder aufgezogen hat, den sie innerhalb fünf Stunden abließ; dieser Betrag entspricht einem Federhaus-Umgang. Somit ist es auch bei dieser Uhr mittels einer besonderen Aufzugsvorrichtung ohne Kontakt ermöglicht, einen gleichmäßig verlaufenden, nicht am Ende der Kraftkurve liegenden Teil der Triebfeder auf das Uhrwerk arbeiten zu lassen. Die Abbildung 36 gibt eine Ansicht des mit Unruh-Ankerhemmung ausgerüsteten Werkes mit angebautem Motor. Dieser arbeitet über eine Schnecke auf die Aufzugsräder.

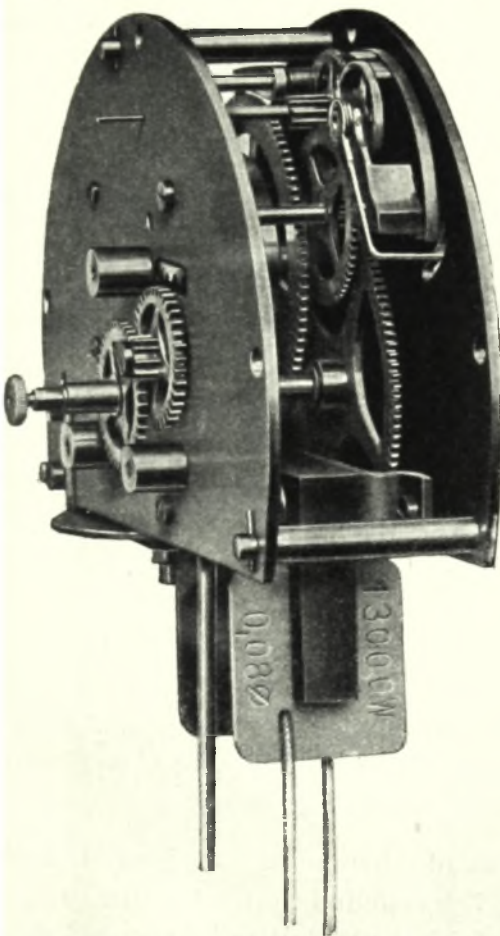


Abb. 36. Siemens-Zimmeruhr mit Ferraris-motor-Aufzug

In Abbildung 37 ist die Aufzugssperrvorrichtung der Uhr dargestellt. Das Aufzugsrad *a* ist auf der Federhauswelle unbeweglich, das Federrad *f* mit dem auf ihm exzentrisch angeordneten Stellungsrad *s* drehbar angeordnet. Die Platte *p*, als Träger der Sperrorgane *h* und *w*, ist mit der Federhauswelle *k* verstiftet.

Beim Aufzugsvorgang drehen sich also das Aufzugsrad *a* und die Platte *p* mit der Welle *k* in einer Richtung, beim Federablauf das Federrad mit dem Stellungsrad *s* in der anderen Richtung. Im Verlauf der Aufzugsbewegung trifft nun eine unterhalb der Platte *p* liegende Verlängerung des Sperrhebels *w* auf den Stift des Stellungsrades *s*, wo-

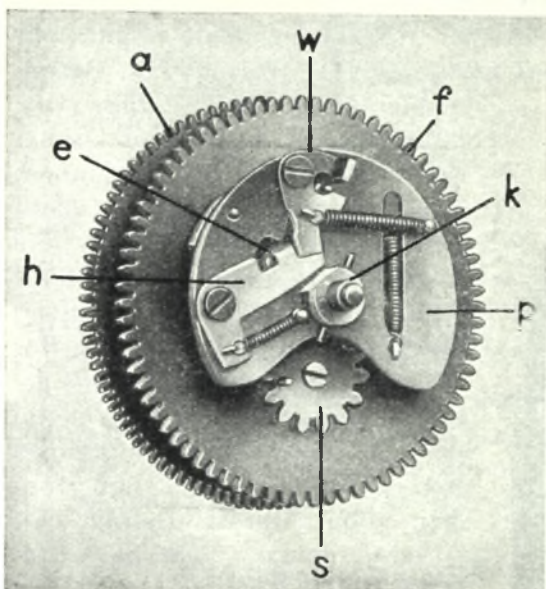


Abb. 37. Aufzugssperre der Siemens-Zimmeruhr

durch die Nase dieses Hebels über den Umfang der Platte *p* hinausgeschoben wird; zugleich schnappt die Nase des Hebels *h* nach oben und legt sich hinter den Sperrhebel *w*, diesen dadurch sperrend. Hierdurch trifft die Sperrnase *w* nach kurzer Zeit auf einen von sechszehn in der Platte befestigten Stiften; der Motor kann dann die Feder nicht weiter aufziehen, er bleibt unter Strom stehen.

Durch den dann einsetzenden Federablauf dreht sich das Federrad mit dem Stellungs-

rad *s* und dessen Stift in umgekehrter Richtung; nach einer Umdrehung stößt dieser Stift auf den umgebogenen Lappen *e* des Hebels *h* und drückt ihn nach unten, bis der Sperrhebel *w* wieder frei wird und seine Nase zurückschnellt. Dadurch wird das Aufzugsrad *a* wieder frei, und der Motor zieht an; der Aufzugsvorgang wiederholt sich.

Das Werk besitzt eine Kolbenzahn-Ankerhemmung mit Invar-Unruh und Elinvar-Breguet-Spiralfeder; die Zeigerstellung erfolgt mittels eines Knopfes. Die Gehäuseformen sind auf Tisch- und Wanduhren in Edelhölzern und auch in Schleiflack ausgedehnt.

7. Antrieb mit Ferraris-Motor ohne Gangreserve

Allgemeines

Seit langen Jahren kennt die Wechselstromtechnik die Anwendung des Ferraris-Motors als unmittelbaren Zeitmesser. So wurde früher vielfach ein auf bestimmte Drehzahl-einregulierter, mit einem Laufwerk gekuppelter und mit Zifferblatt und Zeigern versehener Ferraris-Motor als Zeitähler in Anlagen benutzt, um die Zeitdauer der Einschaltung von Haushaltsgeräten, beispielsweise von Bügeleisen, feststellen zu können. Der Energieverbrauch dieser Geräte war bekannt, und so konnte man aus ihm und der Verbrauchszeit die durch sie entnommenen Kilowattstunden berechnen, diese von dem durch einen Zähler gemessenen Gesamtverbrauch abziehen und nach einem geringeren Tarif verrechnen.

Die durch Frequenzschwankungen und Temperaturfehler des Motors entstandenen, an sich geringen Abweichungen solcher Zeitzähler blieben unberücksichtigt. Auf dieser Grundlage, also der Verwendung einer Uhr ohne Gangreserve, ja auch ohne Zwischenschaltung einer Zugfeder, beruht eine Sonderuhr.

Die Engel-Uhr

Die Engel-Uhr der Firma Erich und Fred Engel in Wiesbaden, die sich freilich kaum eingeführt hat, arbeitet jedoch nicht auf ein Laufwerk, sondern auf eine Art „Stifthemmung“, die allerdings als ein unzulängliches Laienprodukt zu beurteilen ist. Die Abbildung 38 zeigt diese elektrische Uhr mit herausgenommener Pendelstange, die zugleich auch den „Anker“ der Hemmung verkörpert. An Einfachheit läßt diese Vorrichtung kaum etwas zu wünschen übrig.

Die Uhr enthält außer dem bekannten Ferraris-Motor drei Übersetzungsräder zum Zeigerwerk und auf der Rückseite der Hinter-

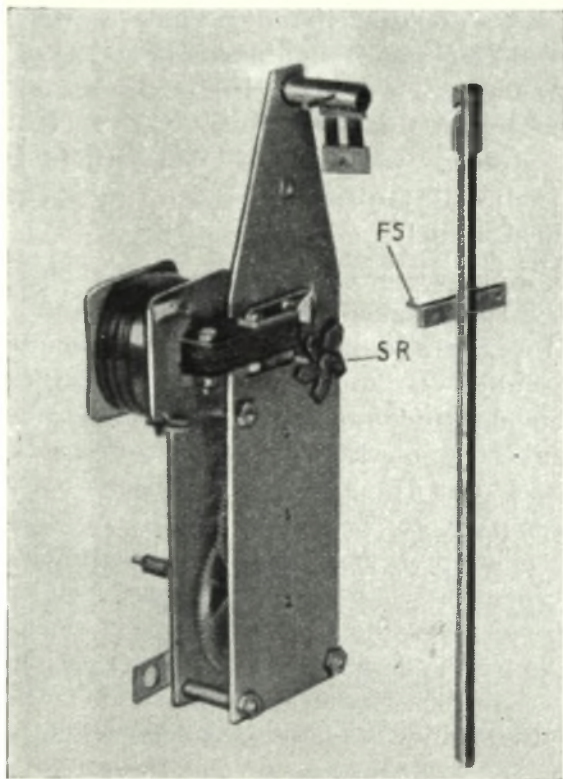


Abb. 38. Werk der Engel-Uhr

platine einen mit dem ersten Übersetzungsrad verbundenen fünfzahnigen Stern als Hemmungsrad, der auf zwei Stifte der Pendelstange einwirkt. Es handelt sich also um eine rückfallende Hemmung besonderer Art, die außerdem noch die Pendelgabel entbehrlich macht.

Es erübrigt sich wohl, auf die mannigfachen Fehlerquellen dieser Uhr besonders einzugehen, weil ja der Fortschritt dazu da ist, Wertvolleres und Besseres zu schaffen.

8. Elektrisch-pneumatischer Aufzug mit Nebenuhrantrieb

Grundlagen des Elektronom-Systems

Die heute nicht mehr hergestellte „Elektronom“-Uhr der Firma Gebr. Junghans A.G. in Schramberg ist seinerzeit geschaffen worden zu dem Zweck, dem Uhrmacher eine Sonderuhr zum Vertrieb zu geben, die weder seine Werkzeuge und Taschenuhren magnetisch macht noch für Montage und Wartung elektrotechnische Kenntnisse voraussetzt. Sie arbeitet nach folgendem Prinzip.

In einem der Form nach den üblichen Glühlampen angepaßten Glasgefäß wird durch einen minutlich von der Einzeluhr betätigten Kontakt auf einen Augenblick der Starkstromkreis eines Glühfadens geschlossen, der die Luft des Glasgefäßes erwärmt. Diese erhöht dadurch ihren Druck, der sich durch einen Gummischlauch einer kleinen Pumpe mitteilt; deren Kolben wird durch den erhöhten Druck hochgetrieben und spannt dabei die Antriebsfeder der Uhr nach, die eine Gangreserve von 18 Stunden besitzt.

Da es nun möglich ist, der „Kompressorlampe“ einen ziemlichen Kraftüberschuß zu geben, so war es naheliegend, diese Einzeluhr gleichzeitig als Hauptuhr zum Antrieb von gleichfalls pneumatischen Nebenuhren zu benutzen, und zwar können sechs Nebenuhren mitbetrieben werden, sofern die Schlauchleitung eine Gesamtlänge von 60 m nicht überschreitet. Es ist außerdem die Einrichtung getroffen, den Kontakt der kombinierten Einzel- und Hauptuhr zum Betriebe noch weiterer Kompressorlampen zu benutzen, die in elektropneumatischen Nebenuhren eingebaut sind und durch Drahtleitungen mit der Hauptuhr verbunden werden. So ist es möglich, sechs Nebenuhren durch eine Schlauchleitung von nicht mehr als 60 m Länge pneumatisch und sechs durch eine elektrische Leitung von größerer Länge elektrisch zu betreiben. Um die bei abwechselnder Erwärmung und Abkühlung der Druckluft bestehende Gefahr des Wasserdampfniederschlages an Metallteilen zu verringern, ist eine Kondensdose in den Hauptuhren vorhanden.

Das Elektronom-System umfaßt also nicht nur den Selbstaufzug, sondern auch eine einheitliche Zeitverteilung in beschränktem Umfange (sogenannte „Heim-Uhrenanlage“). Leider entbehren die Nebenuhren der Stromreserve; wenn der Lichtstrom ausbleibt, so stehen sie sofort still. Es ist anzunehmen, daß dieser Mangel mit dazu beigetragen hat, die Einführung der Nebenuhren und damit des Systems an sich zu verhindern.

Da die Erwärmung eines Leiters nicht von der Stromart, sondern nur von der Stromstärke abhängig ist, so ist die Arbeitsweise der Kompressorlampe bei Gleichstrom und Wechselstrom die gleiche, und man brauchte die Lampe nur nach der Netzspannung zu bestellen. Die Uhr wurde sowohl mit Ankerhemmung (als runde Bürouhr) wie auch mit Pendelhemmung als Zimmeruhr geliefert; sie konnte außerdem einen Hauptuhrkontakt zum Anschluß pneumatischer oder elektrischer Nebenuhren erhalten. Schließlich konnte die Einzeluhr mit Pendelhemmung auch noch ein Schlagwerk mit Stabgong erhalten. Die Regulierfähigkeit dieser minutlich aufgezogenen Uhr war natürlich ausgezeichnet, da die Antriebskraft ganz besonders konstant ist. Auch ließ die Betriebssicherheit der Einzel- und Hauptuhren nichts zu wünschen übrig, denn die Umwandlung der elektrischen Energie in thermische und alsdann in mechanische geschieht in Anwendung einfacher und einwandfrei arbeitender Mittel. An Stelle der Gummischlauchleitungen für die Luftzufuhr zu den pneumatischen Nebenuhren wurde dagegen bald die Verwendung von nicht so empfindlichen, aber doch bequem biegbaren dünnen Metallrohren empfohlen.

Technische Einzelheiten

In Abbildung 39 sieht man die Teile einer Einzeluhr mit Schlagwerk in ein Gehäuse eingebaut. Unterhalb der Kompressorlampe ist die Kondensdose zum Anschluß der Nebenuhren-Verbindungen angebracht. Man sieht auch rechts von dem Uhrwerk die den Aufzug betätigende Luftpumpe.

Abbildung 40 zeigt dagegen ein Gehwerk mit Hauptuhr-Einrichtung für elektrisch gesteuerte Nebenuhren, die eine eigene Kompressorlampe besitzen. Der Kontakt ist gut sichtbar. Mit dieser Einrichtung ist natürlich die Anschlußmöglichkeit von pneumatisch angetriebenen Nebenuhren verbunden, weil die Kompressorlampe mehr Druckluft liefert, als für den Aufzug des eigenen Uhrwerkes erforderlich ist.

Schließlich bringen die Abbildungen 41 und 42 je eine Ansicht einer pneumatisch und einer elektrisch gesteuerten Nebenuhr. Die pneumatische Uhr besitzt neben dem Schaltwerk nur die Luftpumpe, während die elektrische außerdem noch eine kleinere Kompressorlampe be-

nötigt, die ihren Strom zur Erwärmung der Luft über den Kontakt der Hauptuhr erhält.

Die pneumatischen Nebenuhren sind natürlicherweise gegen atmosphärische Entladungen und Erdströme vollkommen unempfindlich. Das gleiche muß man auch von den elektrisch gesteuerten Nebenuhren

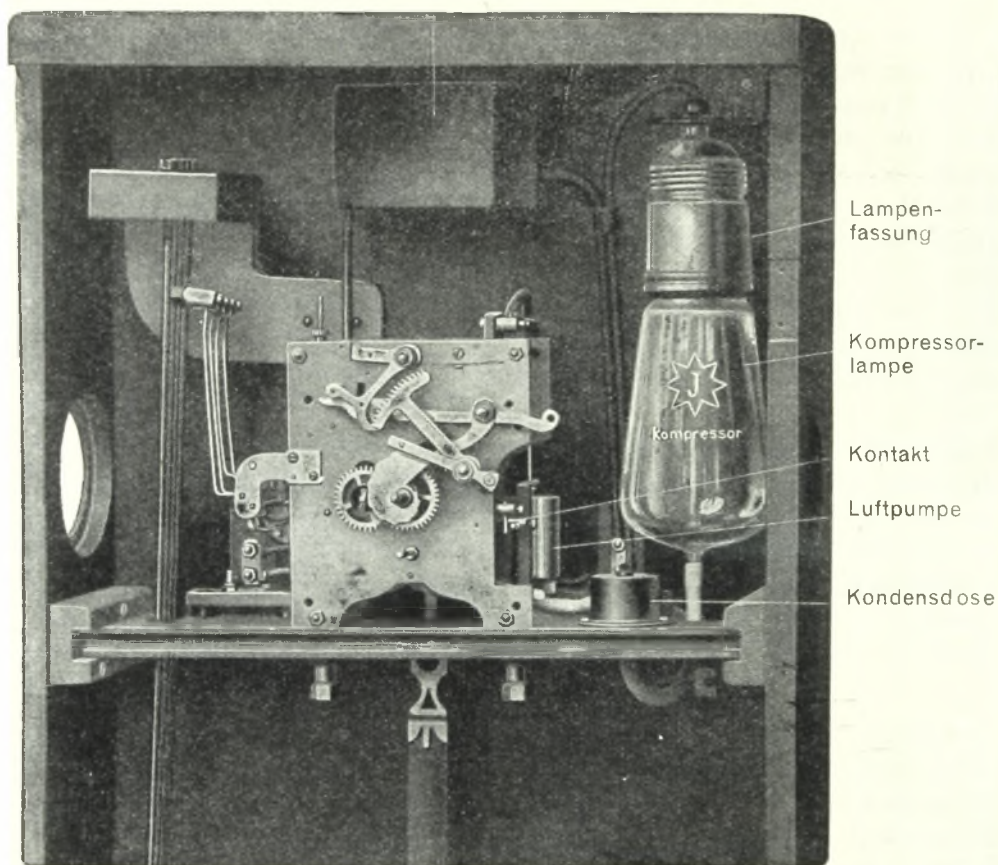


Abb. 39. Elektronem-Uhr mit Schlagwerk

sagen, denn die höchste, mir bei Messungen in Großstädten je vorgekommene, in ein Einleittersystem eingedrungene Spannung über Erde war 16 Volt. Es ist daher ausgeschlossen, daß eine 110 oder 220 Volt verbrauchende Kompressorlampe durch Erdströme zum Ansprechen gebracht werden kann. Das gleiche gilt für atmosphärische Entladungen, deren Energie zu gering ist, um eine genügende Wärmewirkung in der Lampe herbeizuführen, wohl aber kann sie gelegentlich durch sie zerstört werden. Bei einem Freileitungsbetrieb ist daher das Einleittersystem brauchbar, aber es werden Blitzschutz-Einrichtungen er

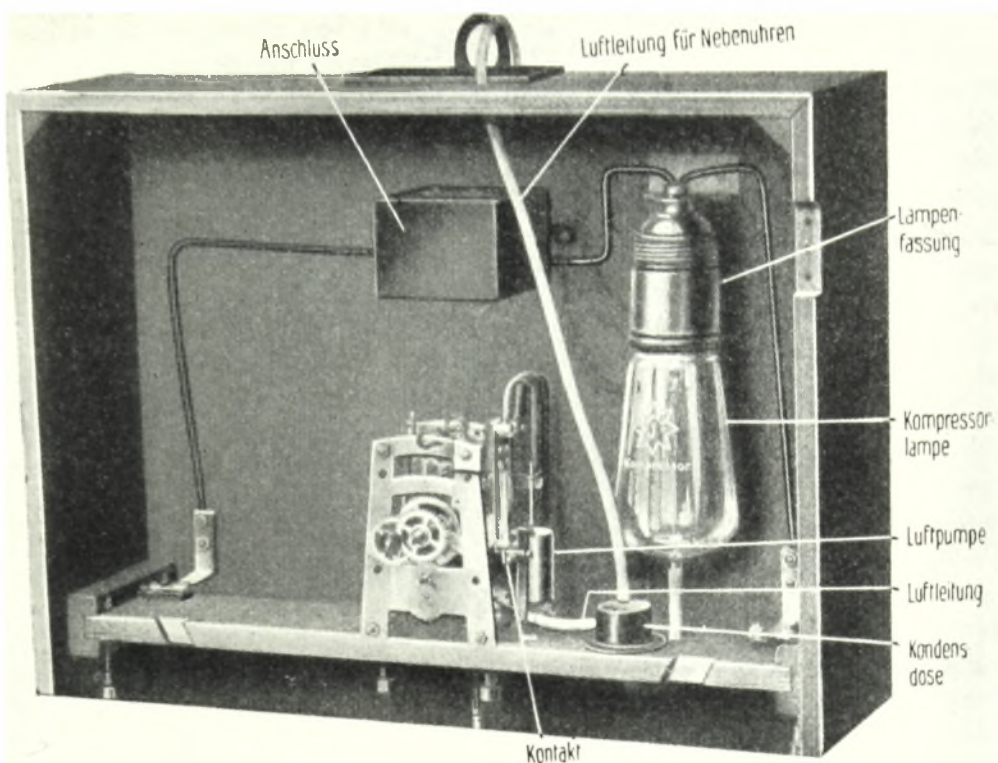


Abb. 40. Elektronom-Hauptuhr

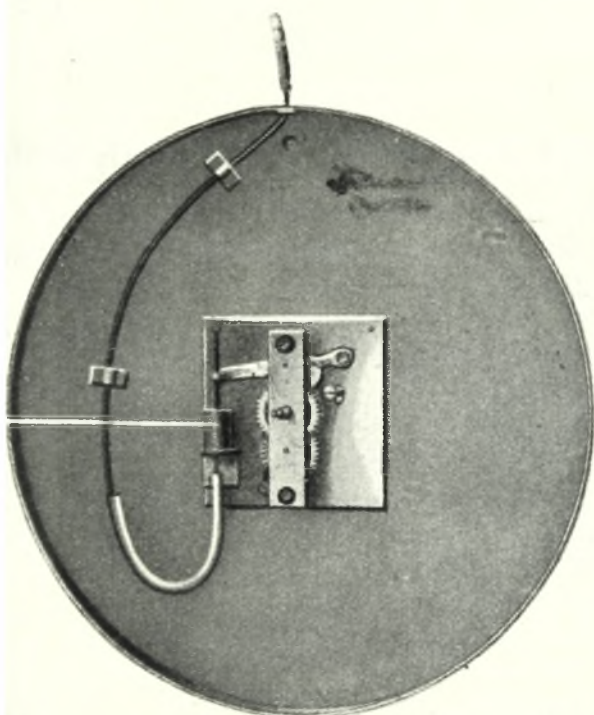


Abb. 41. Elektronom-Nehenuhr, rein pneumatisch mit Schlauchanschluß

förderlich. Ebenso ist anstatt des polarisierten Systemes das einfache Gleichstromprinzip der Werke berechtigt.

Wenn trotzdem das System sich nicht hat durchsetzen können, so liegt das wohl in erster Linie an dem schon oben hervorgehobenen Fehlen einer Gangreserve bei den Nebenuhren; während ferner bei den Einzel- und Hauptuhren die Rückführung der Kolben in der Pumpe durch Federkraft sicher erfolgte, wurde sie bei den Nebenuhren nur durch das

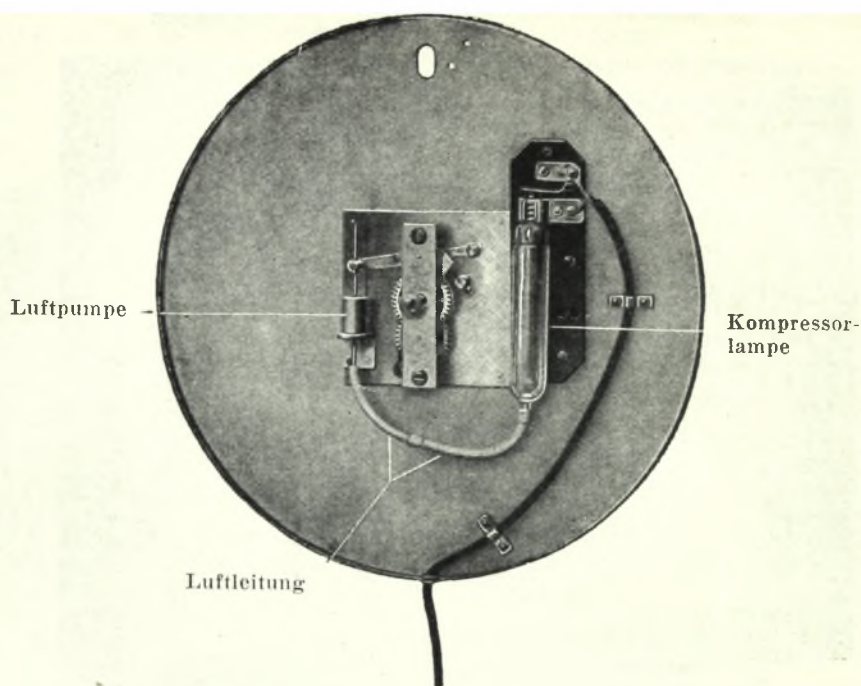


Abb. 42. Elektronom-Nebenuhr mit Drahtanschluß und kleiner Kompressorlampe

Eigengewicht bewirkt, was doch, vor allem bei Schiefhängen der Uhren usw., zu Fehlschaltungen führte. Das Gummischlauchsystem war nicht unbedingt zeitgemäß im Zeitalter der Elektrotechnik.

9. Direkter Antrieb der Unruh durch Schwachstrom

Die Neuelektro-Uhr

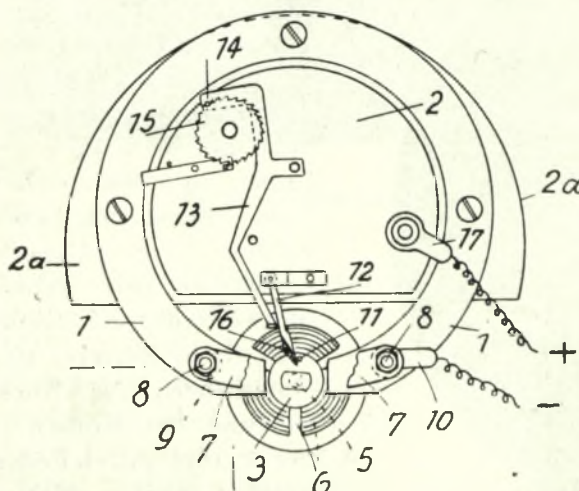


Abb. 43. Henker-Neuelektro-Uhr, Rückansicht

Jede Uhr mit direktem Antrieb des Gangreglers entbehrt einer besonderen Zugkraft und einer Gangreserve, die nur durch eine Stromreserve (Elemente oder Akkumulatoren) zu ersetzen ist. In der heute nicht mehr hergestellten „Neuelektro“-Uhr der Firma Henker & Co., Berlin, kommt dieses Prinzip zur Anwendung. Eine einfache Wecker-Unruh mit Spiralfeder bildet den Gangregler, der durch die Wirkung der beiden Pole

eines Dauermagneten auf eine auf der Unruhwellen aufgebrauchten und periodisch vom Strom durchflossenen Spule seinen Antrieb erhält.

Das Werk ist in Abbildung 43 von der Rückseite und in Abbildung 44 in Draufsicht dargestellt. Auf der Unruhwellen ist eine Stromspule 5 be-

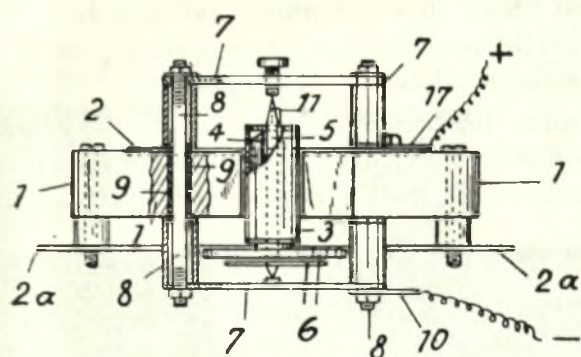


Abb. 44. Henker-Neuelektro-Uhr, Draufsicht

festigt, die durch die Metalltrommel 3 gehalten wird. Die Unruh schwingt mit der Spule und Trommel zwischen den beiden Polen eines Dauermagneten 1; ein Spulenende ist mit dem auf der Trommel angeordneten Kontaktstift 11 verbunden, das andere über den Werkkörper mit dem Anschlußstück 10.

Wenn die Unruh genügend weit schwingt, so kommt der Kontaktstift 11 in Berührung mit dem freihängenden Kontaktarm 12, so daß der Strom aus der als Kraftquelle vorgesehenen Taschenlampen-Batterie über die Anschlüsse 10 und 17 zur Spule fließt. Drückt der Kontaktstift 11 den Kontaktarm 12 nach links, so nimmt dieser den Schubhebel 13 mit, dessen Stift das mit dem Zeigerwerk verbundene Schalt-
rad 15 je nach der Schwingungsweite der Unruh um einen oder mehrere Zähne fortschiebt.

Die Spiralfeder ist derartig befestigt, daß die magnetischen Pole der durch Strom erregten Spule im Augenblick des Stromschlusses zu den Polen des Dauermagneten in einem solchen Winkel stehen, daß auf die Spule eine Anzugskraft einwirkt. Somit muß auch die Batterie mit richtiger Polung angeschlossen sein. Setzt man die Unruh in Schwingungen, so daß bei 11—12 Kontaktschluß eintritt, so erhält die Unruh durch den Anzug der Spulenpole an die Magnetpole einen zusätzlichen Antrieb; der Stift 11 wird über den Arm 12 hinausschwingen und zugleich das Rad 15 fortschalten. Bei der dann folgenden Umkehrschwingung der Unruh stößt der Stift an ein auf dem Arm 12 befestigtes Isolierstück 16, so daß ein nochmaliger Kontaktschluß vermieden wird. Es findet somit bei jeder zweiten Unruh-Halbschwingung Kontaktschluß und Zeigerfortschub statt. Die Kontakt-Schlußdauer ist naturgemäß sehr kurz; sie beträgt schätzungsweise 0,04 bis 0,05 Sekunden.

Die sehr einfache Bauart hat leider Mängel. Erstens ist die Schaltung des Zeigerwerkes abhängig von der Unruh-Schwingungsweite, also von der Batteriespannung, und zweitens wird die Belastung der Unruhwellen mit Spule und Trommel einen vorzeitigen Verschleiß der Körnerlagerung herbeiführen.

10. Unmittelbarer Pendelantrieb mit mechanischem Zeigerantrieb

Hippsches Pendel

Der elektrische Pendelantrieb findet in einer durch galvanische Elemente oder Akkumulatoren gebildeten Stromreserve Ersatz für die mechanische Antriebskraft und die mechanische Gangreserve.

Die erste brauchbare Anordnung lieferte Dr. Hipp, die er so stark vervollkommnete, daß sie astronomischen Zwecken dienen konnte. Das Hippsche Pendel ist, besonders in Halbsekunden-Kontaktuhren, von

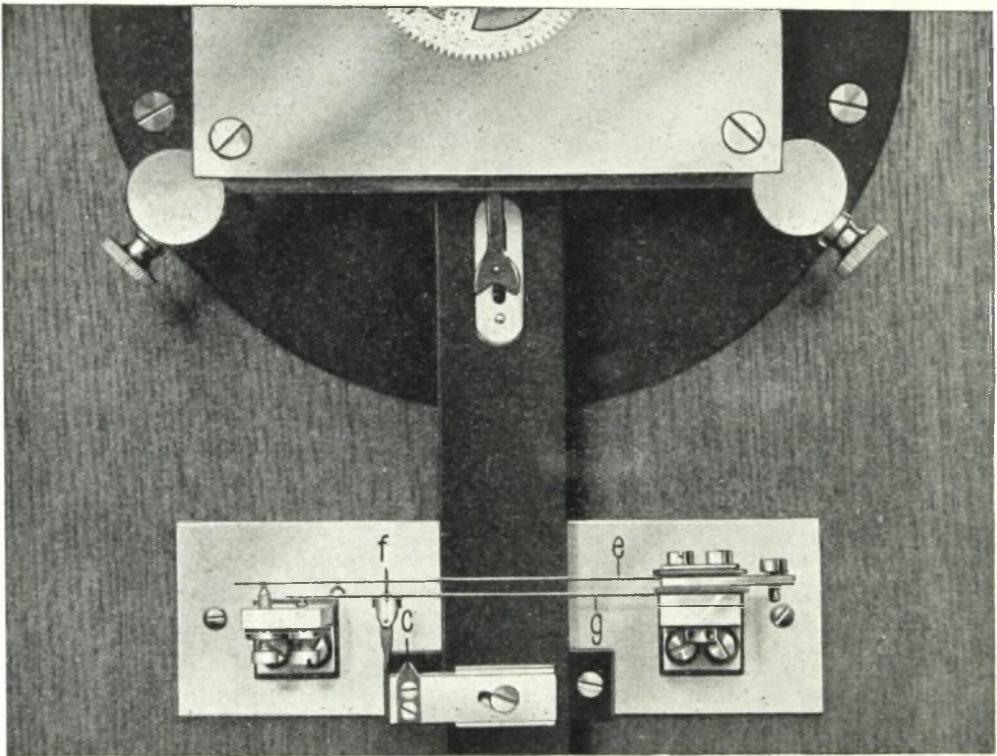


Abb. 45. Hippscher Kontakt

Eisenbahnverwaltungen für Fahrgeschwindigkeits-Kontrollen viel verwandt worden; auch kommt es für Unter-Hauptuhren großer Zentral-Uhrenanlagen in Anwendung.

Siemens & Halske verwenden die in Abbildung 45 gezeigte Anordnung. Der Kontakt befindet sich in der Abbildung in der Stromschlußstellung, die dadurch entsteht, daß eine an der Kontaktfeder *g* frei hängende kleine Zunge bei einer bestimmten Größe des Pendelausschlages auf die geriffelte Fläche eines am Pendel angebrachten Klötzchens *c* aufstößt,

wodurch sich die Feder g nach oben durchbiegt. Dadurch erhält ein unterhalb des Pendels angebrachter Elektromagnet Strom, der einen von der Pendelspitze getragenen Eisenanker anzieht und dem Pendel einen neuen Antrieb erteilt.

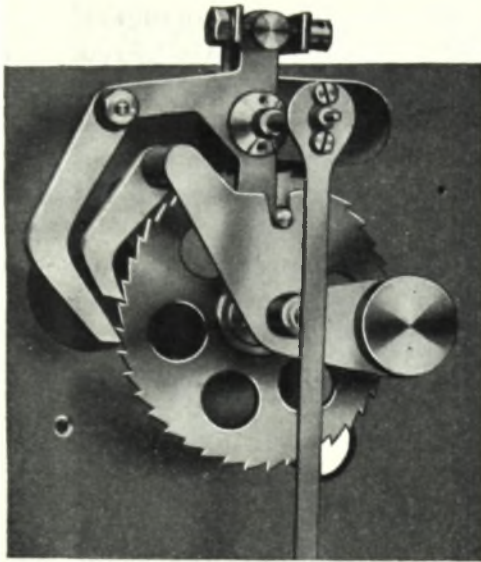


Abb. 46. Zeigerantrieb von Siemens & Halske für Hippsches Pendel

Während der nächsten Schwingungen gleitet dann die Zunge über das Klötzchen c hinweg, bis die Abnahme der Pendelschwingungen einen bestimmten Grad erreicht hat, wodurch wiederum Stromschluß eintritt.

Diese Anordnung arbeitet daher mit dem wesentlichen Vorteil, daß das Pendel immer nur bei Bedarf einen Antrieb erhält. Die von Siemens & Halske gewählte und vorzüglich arbeitende Antriebsart der Zeiger vom Pendel aus zeigt Abbildung 46. Infolge der besonderen Hebelübersetzung arbeiten beide Klincken nacheinander in gleichem Richtungssinne auf das Schaltrad.

Die Ato-Uhr

Die „Ato“-Uhr, nach Patentlizenzen der französischen Firma Hatot hergestellt von der Gebr. Junghans A.G. in Schramberg, ist wie die Hippsche ein Gehwerk mit elektrisch angetriebenem Pendel, aber für den Betrieb durch ein einziges Schwachstrom-Element. Hier ist eine Uhr von ausgezeichneter Gangleistung geschaffen worden; die Bauart ist sehr einfach, wie Abbildung 47 zeigt.

Ein ohne magnetischen Schluß arbeitender Dauermagnet ist am unteren Pendelende angebracht, taucht bei jeder zweiten Halbschwingung in ein Solenoid ein und gibt dem Pendel einen neuen Antrieb dadurch, daß das dem Magneten zugekehrte Ende des Solenoids bei Stromschluß den Anker anzieht, also gegensätzlich zu dem eintauchenden Magnetpol polarisiert sein muß.

Am oberen Pendelende ist eine Stoßklinke S befestigt, die bei Linksschwingung den Stern 1 um einen Zahn weiterschiebt und dadurch den Kontakt k schließt, und zwar nur für den Augenblick von kurz vor bis zum geringen Eintauchen des Magneten in die Spule. Das auf dem Stern 1 angebrachte Trieb schaltet das Zeigerwerk der Uhr.

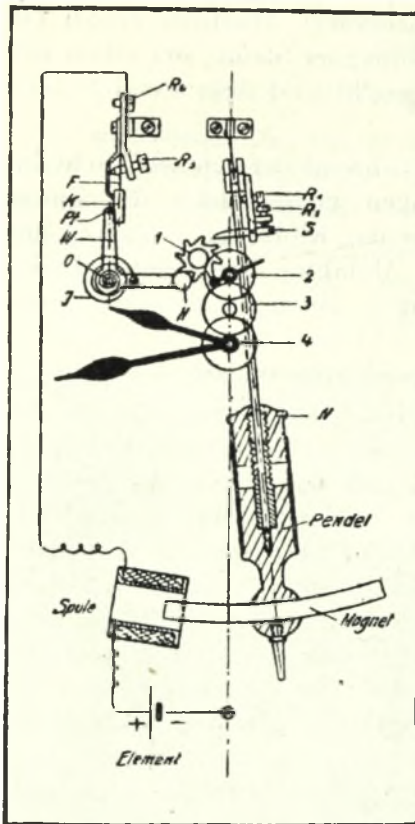


Abb. 47. Ato-Uhr

Unter der Voraussetzung, daß der Dauermagnet aus hochwertigem Material hergestellt und gut gealtert ist, so daß seine Feldstärke gleichmäßig bleibt, sind die Gangleistungen der Uhr so vorzüglich, daß manche Uhrmacher Ato-Uhren mit Halbskundenpendel und Sekundenzeiger als Normaluhr benutzen und monatliche Gangabweichungen von nur fünf bis acht Sekunden feststellen. Diese Genauigkeit des Ganges erklärt sich aus dem schweren, aber mechanisch sehr gering belasteten Pendel. Die Uhr ist mit einer Pendel-Feststelleinrichtung für den Transport versehen. Geliefert wird sie als Regulator mit Halbskundenpendel und als Kurzpendeluhr.

Mir liegt ein Kurvenblatt der Fabrik über die Ato-Uhr Nr. 003 500 für eine Beobachtungszeit von 450 Tagen vor, die am 1. 10. 1930 begann und bei selbsttätiger Kurvenaufnahme ununterbrochen fortgesetzt wurde. Der Zeigerstand der Uhr schloß am 450ten Tage

mit einem Plus von 23 Sekunden ab. Bis zum 83ten Tage (Oktober bis Dezember) zeigte sich gleichmäßige Voreilung mit einer Endspitze von 28 Sekunden; dann trat eine allmähliche Verzögerung ein mit einer Spitze im Mai von 39 Sekunden, die sich von da ab gleichmäßig ansteigend wieder in eine Voreilung verwandelte, mit einer Spitze im Oktober von 34 Sekunden. Das sind für eine einfache, verhältnismäßig billige Uhr glänzende Gangergebnisse.

Hitzdraht-Uhr „Calora“

Des besonderen Prinzips wegen sei eine Uhr der Uhrenfabrik Zenith den Lesern vorgeführt, die sich freilich nicht durchgesetzt hat; sie benutzt nämlich die elektrische Wärme zur Ausdehnung eines Drahtes, die einem Pendel einen Antrieb gibt. In Abbildung 48 ist die Einrichtung gekennzeichnet. Aus einem Transformator A wird ein Strom von 3 Volt Spannung entnommen, der über die beiden Pendelkontakte und zwar bei einer Linksschwingung über die Wippe p, den Hitzdraht g, dessen Befestigungspunkt k und zurück zur Stromquelle oder bei Rechtschwingung über die Widerstandsspule n fließt.

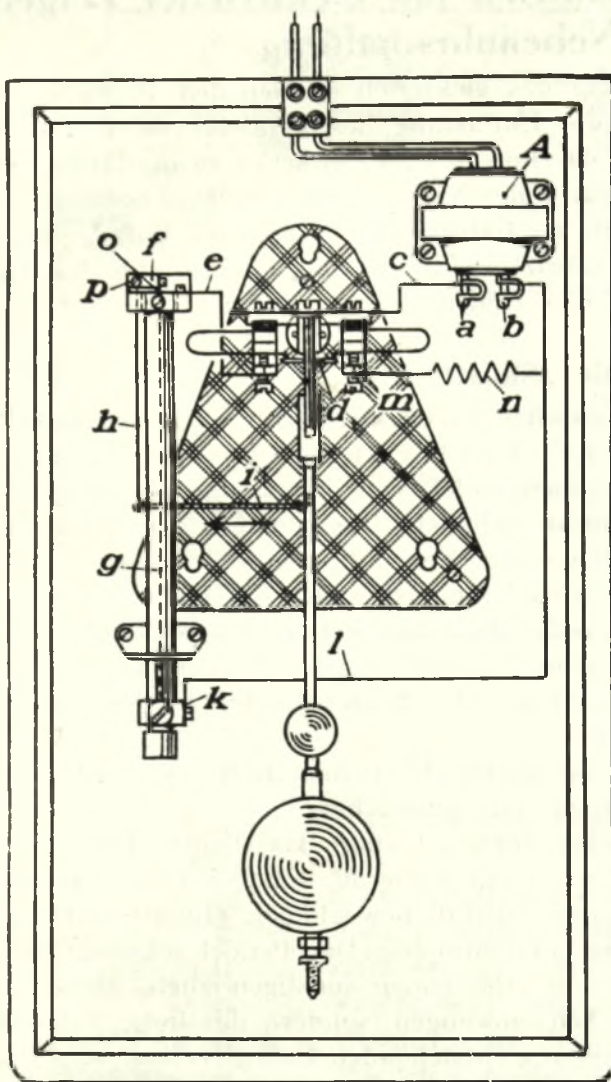


Abb. 48. Schaltbild und Schema der elektrischen Pendeluhr „Calora“ von Zenith mit Hitzdraht

Die Länge des etwa 0,1 mm dicken Hitzdrahtes ist derartig abgepaßt, daß gemäß der Zeichnung in der Ruhelage des Pendels der mit dem Pendel durch einen Seidenfaden *i* verbundene Stahldraht *h* sich in der Parallellage zum Pendel befindet. Hebt man nun das Pendel nach links an, so schließt sich der linke Pendelkontakt. Dadurch fließt durch den Hitzdraht ein Strom, der ihn erwärmt und verlängert. Somit wird die über die Wippe *p* auf den Stahldraht *h* ausgeübte Spannung aufgehoben, und das Pendel kann über die Mittellinie hinaus nach rechts ausschlagen.

In der Mittellage öffnet sich jedoch der linke Kontakt wieder, der Hitzdraht kühlt sich sofort ab und wird kürzer, so daß der Stahldraht auf das Pendel einen Zug nach links ausübt, ihm also Antrieb gibt. Der

rechte Kontakt soll der Funkenlöschung am linken dienen, da er sich etwas früher schließt, als der linke unterbricht, wodurch jede Stromunterbrechung vermieden ist; der Strom fließt dauernd.

Die Uhr hat sich nicht eingeführt, hauptsächlich wohl deshalb, weil das Altern des Hitzdrahtes dessen Längenausdehnung und damit die Spannung des Drahtes *h* verändert, und zum andern, weil die ganze, sehr zarte Einrichtung für den praktischen Gebrauch nicht geeignet ist. Aber der Grundgedanke ist genügend bemerkenswert, um das Interesse des Fachmannes zu finden.

11. Direkter Pendelantrieb mit elektrischer Zeiger- und Nebenuhrschaltung

Die mechanische Trennung des elektrisch betriebenen Pendels von dem Zeigerwerk bezweckt die Entlastung des Pendels von Reibungsarbeit, wie sie durch den Fortschub des Räderwerkes zwangsläufig entsteht und Gangänderungen zur Folge hat. Dementsprechend bestehen bis heute zwei Konstruktionen dieser Gattung, deren eine die Vorzüge einer astronomischen Pendeluhr besitzt, während die andere als eine Gebrauchsuhr bester Klasse zu bewerten ist.

Die „Shortt“-Uhr

Die „Shortt“-Uhr, ein englisches Erzeugnis, dient als astronomische Pendeluhr. Sie besteht aus zwei getrennten Uhren in Hängegehäusen mit je einem Sekundenpendel, von denen eine als Hauptuhr und die andere als Nebenuhr arbeitet. Das Pendel der Hauptuhr schwingt völlig frei, es erhält von der Nebenuhr aus in jeder dreißigsten Sekunde einen elektrischen Antrieb und ist weder mit einer Hemmung noch mit einem Räderwerk verbunden. Das Pendel der Nebenuhr wird von dem der Hauptuhr synchronisiert; die von den Pendeln mechanisch vollständig getrennten Zeigerwerke beider Uhren werden elektrisch fortgeschaltet.

Während man allgemein astronomische Pendeluhren wegen der Gefahr der Öleindickung in einem nur schwachen Vakuum von 600 mm Quecksilbersäule (0,8 at) gehen läßt, schwingt das Pendel der Shortt-Hauptuhr in dem hohen Vakuum von 30 mm Säule (0,04 at). Das wird ermöglicht durch den Fortfall beweglicher, ölungsbedürftiger Hemmungs- und Übersetzungsvorrichtungen. Das Pendel schwingt also, wie die im schwachen Vakuum arbeitenden sonstigen auch, nicht nur unbeeinflußt von Luftdichte-Schwankungen, sondern das hohe Vakuum vermindert den durch Luftreibung entstehenden Energieverlust so stark, daß ein halbminütlicher Antrieb durch ein 0,43 Gramm schweres Gewicht bei einer Fallhöhe von 2 mm das Pendel in Schwingungen erhält.

Die Abbildung 49 gibt ein schematisches Bild der Anordnung dieser Uhr. Das linksseitige Pendel mit elektrisch fortgeschaltetem Zeigerwerk ist das Haupt- und zeitmessende, das rechtsseitige, ebenfalls mit Zeigerwerk, das synchronisierte Neben- und zeitanzeigende Pendel. Das Hauptpendel schwingt frei und steht mit keiner Hemmung in Verbindung; es erhält in jeder dreißigsten Sekunde durch den von dem Nebenpendel elektrisch ausgelösten Gewichtshebel *G* seinen Antrieb.

Das Nebenpendel schaltet bei jeder Links-Halbschwingung mittels der Federklinke *B* das 15zählige Rad *C* um einen Zahn weiter. Der an diesem angebrachte Arm *D* löst in jeder dreißigsten Sekunde den Antriebshebel *G* aus, der mittels der Rolle *R* dem Pendel über die Klaue *J* einen

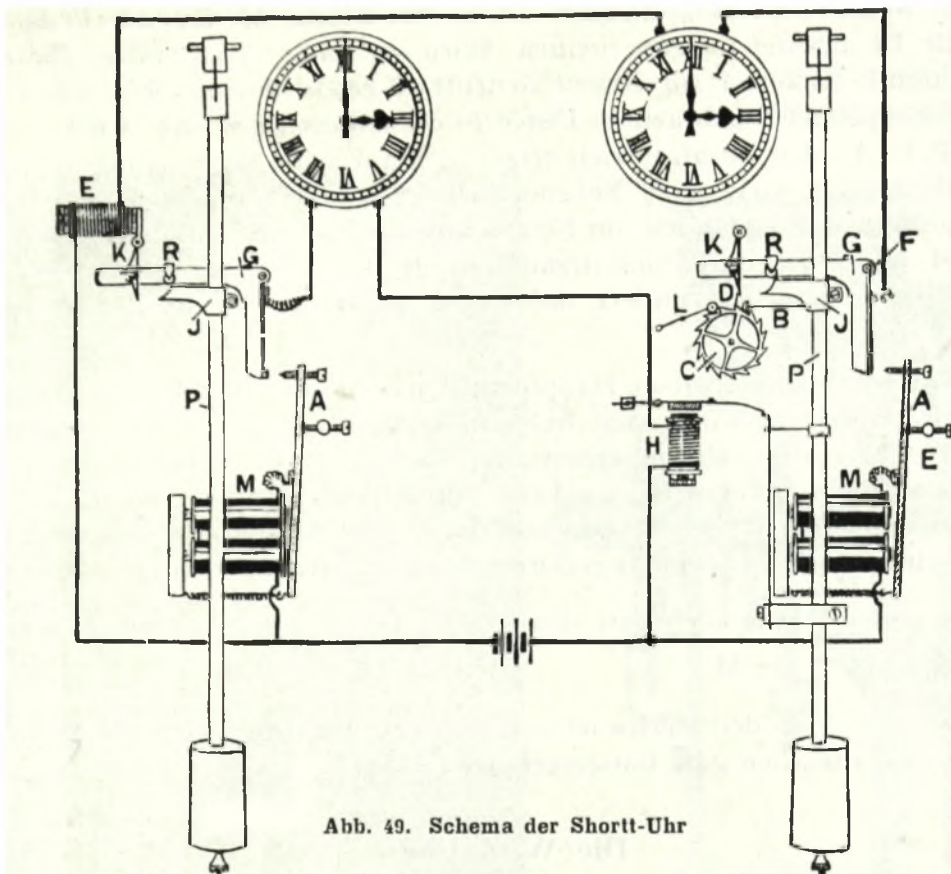


Abb. 49. Schema der Shortt-Uhr

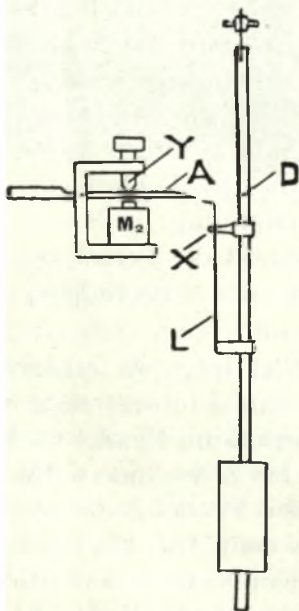


Abb. 50. Synchronisierungsmagnet der Shortt-Uhr

Schwerkraftantrieb erteilt. Zugleich wird bei A ein Kontakt geschlossen; der Elektromagnet *M* zieht seinen Anker an und hebt den Hebel *G* wieder hoch, wobei sich der Kontakt *A* wieder öffnet. Da der Strom aber auch über den Auslösemagneten *E* des Hauptpendels und über das Zeigerwerk des Nebenpendels fließt, so wird dieses um eine halbe Minute fortgeschaltet und zugleich die Auslöseklinke *K* betätigt, so daß der Antriebshebel *G* des Hauptpendels fällt und diesem auch einen Antrieb erteilt. Dieser Antriebshebel schließt dann seinen Kontakt *A*, und es fließt ein zweiter Strom über *M*, *A*, *G* und das Zeigerwerk des Hauptuhrpendels sowie über den Synchronisierungsmagneten *H*. Dadurch wird der Anker von *H* angezogen, das Zeigerwerk auch um eine halbe Minute fortgeschaltet und der Antriebshebel *G* des Hauptpendels wieder hochgehoben.

Der Synchronisierungsmagnet ist in Abbildung 50 besonders dargestellt. Er arbeitet folgendermaßen: Wird der nach seiner Spitze scharf auslaufende Anker *A* angezogen, so trifft er genau auf die Spitze einer am Nebenpendel angebrachten Feder *L*, die dadurch gespannt wird und dem Pendel einen Zusatzantrieb erteilt, der auf seine Schwingungsphase beschleunigend wirkt. Das Nebenpendel ist zum Hauptpendel derartig einreguliert, daß es täglich um fünf Sekunden nacheilt. Die dem Nebenpendel im Synchronisationsvorgang durch die Feder *L* erteilte Voreilung ist derartig einreguliert, daß sie die Hälfte des Wertes der Nacheilung ausmacht.

Somit wird der von dem Hauptpendel halbminutlich ausgelöste Synchronisationsstrom wohl auch halbminutlich den Anker *A* zum Anzug bringen, aber die Schwingungsphasen beider Pendel werden nur bei jedem zweiten Ankeranzug synchron verlaufen, so daß *A* und *L* aufeinanderstoßen und das Nebenpendel eine Voreilung erhält. Der Gangunterschied des Nebenpendels gegenüber den Schwingungen des fast freien Hauptpendels kann höchstens den Wert $\frac{30 \cdot 5}{60 \cdot 60 \cdot 24} = \pm 0,00173 \text{ Sek.}$ annehmen.

Nach Berichten der Sternwarten Edinburgh und Greenwich soll diese Uhr außerordentlich gute Gangergebnisse zeigen.

Die W.-Z.-Uhr

Die „W.-Z.-Uhr“ der Firma W. Zeh in Freiburg i. Br. ist eine Halbskunden-Pendeluhr mit fast „freiem“ Antrieb, mit elektrischer Zeigerfortschaltung und Antriebsmöglichkeit von Nebenuhren. Sie ist gedacht als eine genau gehende Uhr für das Privathaus, die gegebenenfalls als Hauptuhr einer kleinen Minutenuhr Verwendung finden kann. Ihre Bauart ist überaus bemerkenswert, aber auch mit Fehlern behaftet. In Abbildung 51 ist die Pendel-Antriebsvorrichtung, in Abbildung 52 das Werk in Seitenansicht und in Abbildung 53 die Schaltvorrichtung für das Zeigerwerk sowie der Kontakt für den Nebenuhrenbetrieb dargestellt.

Das in Abbildung 51 in Ruhelage hängende Pendel trägt an einem rechtsseitigen Arm eine Schraube, die oben mit einem etwas hohlgeformten Stein *T* versehen ist; die Pendelfeder ist sowohl am Pendel wie an der Aufhängung fest verschraubt. Der Antriebshebel *H* ist linksseitig als Feder *F* ausgebildet und dort verschraubt; in der Pendel-Ruhelage liegt das untere Ende der mittels einer Schraube in dem Antriebshebel befestigten sehr dünnen Übertragungsstange *S* auf dem Stein *T* auf. In dieser Stellung ist die Spitze der in der Säule *L* drehbaren Kontaktschraube 0,2 bis 0,3 mm von der Kontaktfläche des Antriebshebels *H*

entfernt, so daß bei stillstehendem Pendel ein Kontaktschluß nicht eintritt.

In Abbildung 52 erkennt man ein Solenoid, in das bei Stromschluß der obere Arm eines großen, Z-förmigen Dauermagneten *M* hineinge-

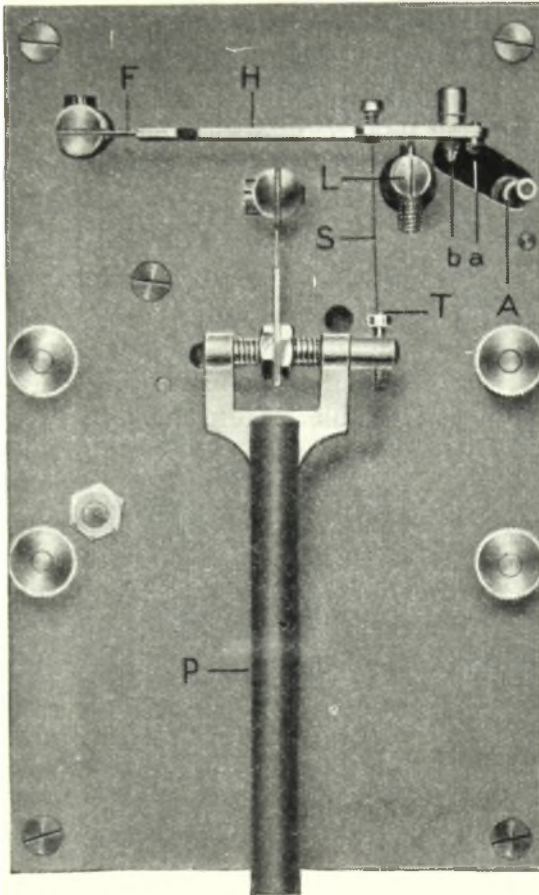


Abb. 51. W.-Z.-Uhr, Antrieb

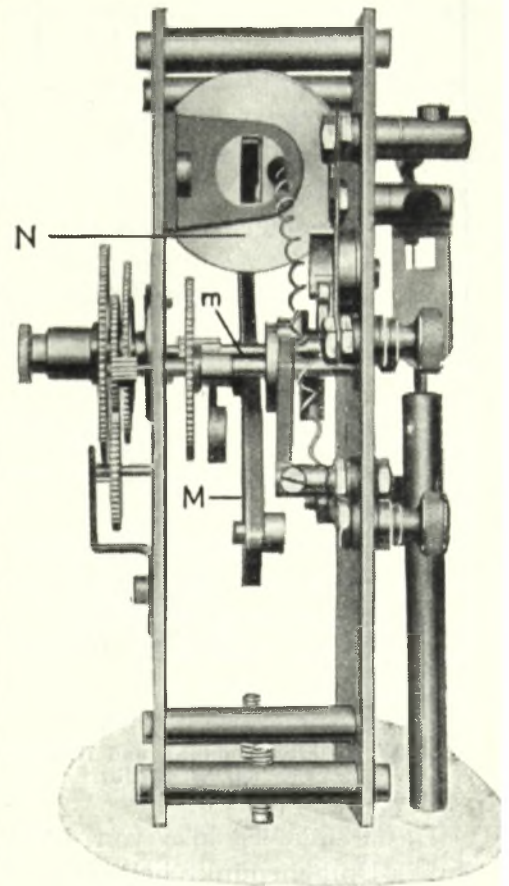


Abb. 52. W.-Z.-Uhr, Seitenansicht

zogen wird. Aus Abbildung 53 ist ersichtlich, wie der Magnet *M* bei seinem Anzug das Zeigerwerk der Uhr bzw. das konzentrisch zum Zifferblatt angeordnete Sekundenrad fortschaltet. Das regulierbare Gewicht *G* dient zum Ausgleichen der Anker-Schwingmasse. Das mit dem Zeigerwerk im Eingriff stehende linke Rad trägt mehrere Stiftpaare, von denen je ein Stift aus Isoliermaterial zum Spannen und plötzlichen Abfall der Kontaktfeder *W* dient, die für den Nebenuhrenbetrieb allminütlich einen Stromschluß herbeiführt. In dem Anker *M* ist ein kurzer, durch die Hinterplatine geführter, an seinem äußeren Ende mit einer Steinrolle versehener Arm *A* (Abbildung 51) befestigt.

Die Wirkungsweise der Uhr ist folgende. Wird das Pendel nach links angehoben, so schließt sich der Kontakt *L* (vgl. Abbildung 51).

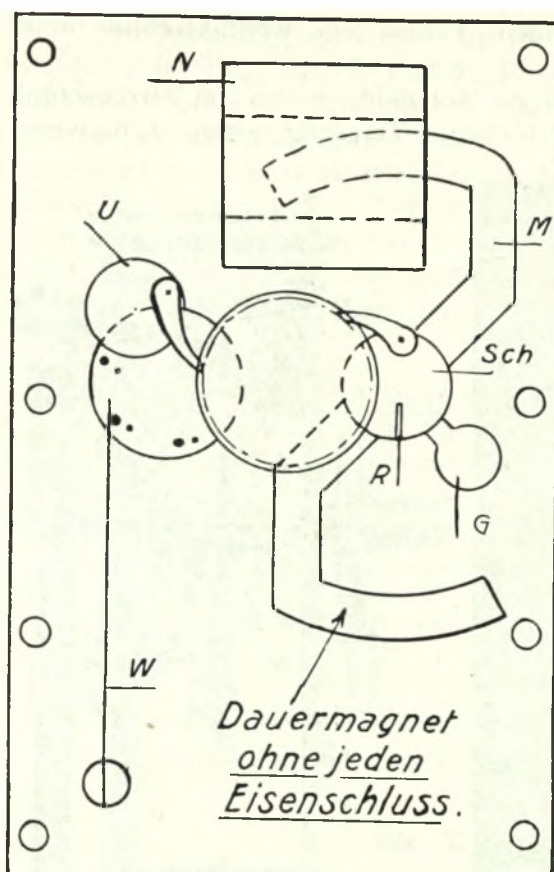


Abb. 53. Schaltvorrichtung und Hauptuhrkontakt der W.-Z.-Uhr

Dadurch zieht das Solenoid *N* den Anker *M* an; der Arm *A* rückt in dem Platinschlitz nach oben und legt sich fest zwischen dem halbkugelförmigen Stein *a* und der zugespitzten Schraube *b*. Hierdurch wird der Kontakt *L* unterbrochen.

Bei der rechten Halbschwingung des Pendels stößt der Stein *P* auf die dünne und lange Stange *S* (vgl. Abbildung 51) und hebt den Antriebshebel *H* etwas aus seiner Ruhelage nach oben heraus. Dadurch fällt der Arm *A* des Ankers *M* in die Lage nach Abbildung 51 zurück. Das Pendel, belastet mit dem Gewicht des Antriebshebels, schwingt nach rechts aus und kehrt um, bis sich der Hebel *H* auf die Kontaktschraube von *L* auflegt und dadurch das Pendel frei nach links weiter-schwingt.

Das Pendel ist also von der Mittellage aus bis zum rechten Schwingungs-Umkehrpunkt belastet; es erhält jedoch die verbrauchte Energie auf dem Umkehrwege zurück. Die Reibungsverluste des Pendels werden dadurch ersetzt, daß durch den links von der Mittellage einsetzenden Kontaktschluß der Stein *A* den Hebel *H* etwas anhebt, im Mittel um 0,25 mm. Diese Hubhöhe zusammen mit dem Fallgewicht des Hebels *H* bilden die Energiequelle des Pendelantriebs.

Der Uhr sind Gangleistungen zugesprochen worden, die etwas übersteigert waren. Die lange Stange *S* ist erheblich den Temperaturschwankungen unterworfen, so daß jede Längenänderung der Stange eine Verkürzung oder Verlängerung der Pendel-Antriebszeit entstehen läßt. Weiter ändert sich mit der Temperatur die zwischen der Pendelfeder und dem Stein *T* bestehende Hebellänge und damit die Antriebsenergie, die sich hier aus Fallgewicht und Hebellänge zusammensetzt. Diese Änderung der wirksamen Hebellänge stört weiter noch dadurch, daß der Stein *T* zur Vermeidung des Abrutschens der feinen

Stange *S* pfannenartig ausgehöhlt ist, und daß die Stange bei Verlagerungen des Hebelarmes dann nicht mehr auf den tiefsten Punkt der Pfannenhöhlung stößt, sondern seitlich abrutscht. Eine dritte Fehlerquelle entsteht durch den sehr mangelhaften magnetischen Schluß des Ankers *M*. Dieser wird mit der Zeit seinen Magnetismus verlieren, besonders deshalb, weil sich zu dem mangelnden Eisenschluß noch dauernde, sekundlich sich wiederholende Erschütterungen addieren, die in dem Anzug und Abfall begründet sind und entmagnetisierend wirken. Bemerkenswert ist zum Schluß die von den üblichen Regulatoren abweichende Art der Werkbefestigung auf einem Rückwandbrett,

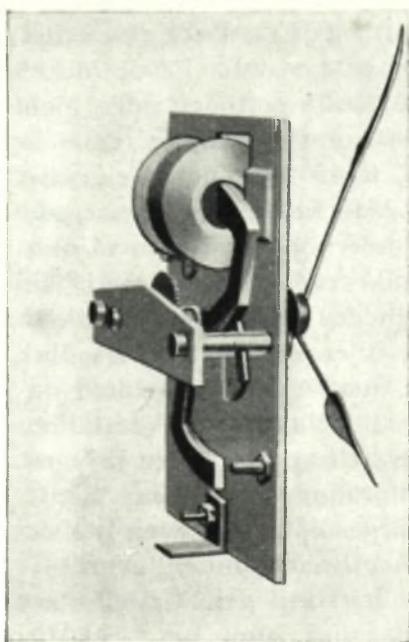


Abb. 54. W.-Z.-Nebenuhr

über das einfach der offene Gehäusedeckel, der also türlos ist, gestülpt wird. Auch in dieser bisher wenig angewendeten, an sich aber einfachen Befestigungsart liegt eine Fehlerquelle, vor allem bei ungenügender Robustheit der Werkträger.

Die Uhr kann nur durch Gleichstrom betrieben werden; ihre Betriebsspannung beträgt 2 oder 4 Volt. Die Fabrik empfiehlt die Verwendung einer Taschenlampenbatterie oder eines Akkumulators, der über einen kleinen Trokengleichrichter dann auch entweder unmittelbar oder über einen Klingeltransformator aus dem Wechselstromnetz geladen wird.

In Abbildung 54 ist die W.-Z.-Nebenuhr dargestellt. Sie ist eine Gleichstrom-Nebenuhr und enthält das gleiche Solenoid und den gleichen polarisierten Anker wie die Hauptuhr.

Die für diese Uhr in der Reparatur zu beobachtenden verschiedenen Vorschriften sind im Teil IX enthalten.

12. Uhren mit Kraftregler

Im Teil II ist auf die Bedeutung einer gleichmäßigen Antriebskraft für die Gangleistung hingewiesen.

Der Kraftregler der „Optima“-Uhr

Die „Optima“-Uhr der Firma Jauch & Schmid ist ein besonderer Beweis für das Bestreben der Konstrukteure, die Gangleistung der Großuhren durch eine geradlinig verlaufende Zugkraftabwicklung zu verbessern. Kurze Aufzugsfolgen von drei bis fünf Minuten sind als ein-

fachstes Mittel bekannt. Aber Starkstromuhren sind allgemein an die Gangreserve gebunden, die eine lange Zugfeder auf die Hemmung arbeiten läßt, deren Kraft mit dem Ablauf abnimmt. Mit dem Abfall der Zugkraft sind aber, wie bereits früher ausgeführt, sowohl für Pendel- wie für Unruhuhren starke Gangänderungen verbunden. Die Optima-Uhr weist nun eine sinnvolle, sehr bemerkenswerte Vorrichtung auf, die weitgehend regulierend auf die Kraftzufuhr zur Hemmung einwirkt, so daß ein großer Teil des Gangreserve-Ablaufs in den Regulierbereich einbezogen werden kann. Die Anordnung dieser Einrichtung ist im Prinzip die folgende.

Zwischen Ankerrad und Ankertrieb ist eine dem normalen Kraftbedarf der Unruh angepaßte Regelfeder geschaltet, deren Kraft die Unruh etwa $1\frac{1}{2}$ Umgänge schwingen läßt. Ist die durch die Zugfeder auf das Gangtrieb einwirkende Kraft geringer oder nicht stärker als die der Regelfeder, so bleibt diese ohne Wirkung; die Uhr geht mit der Kraft der Zugfeder. Ist aber die Kraft der Zugfeder größer als die der Regelfeder, so wird die überschüssige Kraft abgebremst, und zwar sechsmal während jeder Ankerrad-Umdrehung, mit den Unterbrechungen, die durch den freien Fall des Ankerrades bedingt sind, und die durch das Fortschnellen eines Bremsgliedes entstehen. Die Vorrichtung läßt ein Anwachsen der Zugkraft über ein bestimmtes Maß nicht zu, und es ist tatsächlich unmöglich, die Uhr durch Verstärken der Zugkraft zum Pellen zu bringen.

In Abbildung 55 ist der Kraftregler dargestellt. Der sechsmal in Kurvenform nach innen gekröpfte Rahmen A ist mit dem Gestell starr verbunden und zum Ankerrad-Mittelpunkt konzentrisch gelagert. Entgegen der Drehrichtung des Ankerrades ist an den sechs Kröpfungen je ein Stahlklötzchen *a* befestigt. Der ausgedrehte Kloben B ist auf der Ankerradwelle vernietet; in dessen Ausdrehung liegt der Regler C, der an seinem linken unteren Ende den Stift D trägt. Dieser Regler wird durch die Regelfeder F, die an ihm

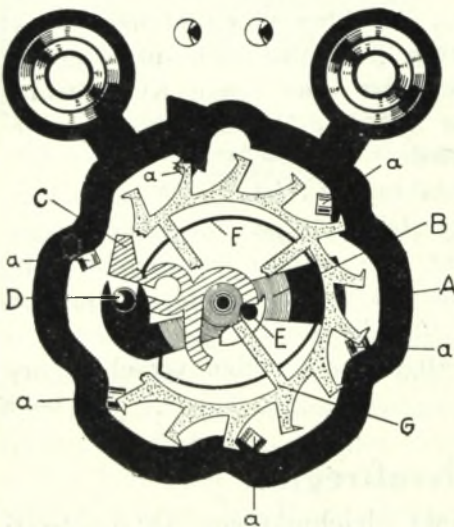


Abb. 55. Kraftregler der Optima-Uhren

und an dem Kloben B befestigt und in einem Schlitz von B rechtsseitig geführt ist, nach der Ankerradmitte zu gedrückt, so daß er sich mit seinem Stift D in die Gabel von B und mit seiner hinteren Rundung an die Ankerradnabe legt. Auf diese Nabe ist das Ankerrad G genietet; die Nabe trägt den nach unten vorstehenden Stift E; Ankerrad mit Nabe und

Stift sind frei beweglich auf der Ankerradwelle drehbar. Somit liegt der Regler *C* zwischen Ankerrad und Kloben *B* in gleicher Höhe mit dem Klötzchen *a*.

Die Wirkungsweise des Kraftreglers

Wirkt nun die Zugfeder mit einer Kraft auf das Ankerradtrieb, die kleiner ist als die Spannkraft der Regelfeder *F*, so wird das Ankertrieb den Kloben *B*, die Gabel den Stift *D*, dieser den Regler *C*, sein rechtes Ende den Stift *E* und dieser das Ankerrad mitnehmen; die Uhr geht, ohne daß sich die Regelfeder *F* spannt. Ist aber die Antriebskraft größer als die Spannkraft der Regelfeder *F*, so tritt Bremswirkung ein.

Um den Bremsvorgang verfolgen zu können, muß man beachten, daß der Regler *C* in besonderer Art gelagert ist. Denkt man sich den Kloben *B* feststehend und das Ankerrad *G* nach links herum gedreht, so ist zu erkennen, daß der rechte Teil von *C* hochgehoben und zugleich die linke Nase nach außen gedrückt wird, weil der Stift *E* rechts vom Drehpunkt des Ankerrades liegt. Gleiches tritt ein, wenn das Ankerrad mit dem Stift feststeht und der Kloben *B* nach rechts gedreht wird, weil auch dann die beiden Stifte *D* und *E* einander genähert werden. Diese Annäherung der beiden Stifte zueinander tritt nun stets ein, wenn die Antriebskraft die Spannkraft der Regelfeder *F* übersteigt. Dann dreht sich der Kloben *B* nach rechts herum; die Nase von *C* tritt weiter nach außen, und sie trifft dann auf das nächstgelegene Klötzchen *a*.

Die Bewegung der Nase von *C* eilt dann also der Ankerbewegung zeitlich voraus. Der Stift *E* ist alleiniger Stützpunkt des Reglers *C*; sein rechtsseitiges Ende wird von der Ankernabe ab- und nach oben gehoben, die Nase liegt auf einem der Klötzchen *a* auf. In dieser Bremsstellung der Teile drückt dann die Feder *F* das hochstehende rechte Ende von *C* auf den Stift *E* und gibt dadurch dem Anker die Kraft. Dieser dreht sich, wodurch das rechtsseitige Ende von *C* sinkt; die Nase von *C* tritt wieder nach innen zurück, sie gleitet von dem Klötzchen *a* ab.

Besteht dann der Kraftüberschuß noch weiter, so drückt er den Kloben *B* wieder voreilend nach rechts; das Spiel wiederholt sich, indem die neu vortretende Nase nunmehr an das nächste, weiter rechts liegende Klötzchen *a* schlägt. So kann die den Ankerradzähnen zugeführte Kraft niemals ein Übermaß annehmen; jedes Zuviel wird von den Klötzchen *a* abgefangen. Das Geräusch des Aufschlagens der Nase von *C* auf die Klötzchen *a* ist um so vernehmbarer, je mehr Überkraft abgefangen wird.

Leider sind die mit diesem sehr gut arbeitenden Kraftregler versehenen Uhren für die Sekundenanzeige unverwendbar, weil das Sekundenrad unregelmäßig, entsprechend den Sprüngen des Reglers, umläuft. Ein regelmäßiger Umlauf findet nur dann statt, wenn der Regler nicht arbeitet, wenn also die Zugkraft nicht größer oder auch kleiner als die Spannkraft der Regelfeder *F* ist.

Ist das Verhältnis der Zugkraft am Ankerradtrieb zu der Spannkraft der Regelfeder F so bemessen, daß bei genügendem Ablauf der Zugfeder, also entsprechend einer Gangreserve von vielleicht zehn Stunden, der Regler noch eben arbeitet und der Hemmung auch noch die Kraft zugeführt wird, welche die Unruh mindestens $1\frac{1}{4}$ Umgänge schwingen läßt, so wird die Kraftzufuhr von der untersten Grenze einer zehnstündigen Gangreserve an bis zum vollen Federaufzug reguliert. Über die Einstellung auf diese Regelgrenzen ist im Teil VIII, Abschnitt 6, Näheres mitgeteilt.

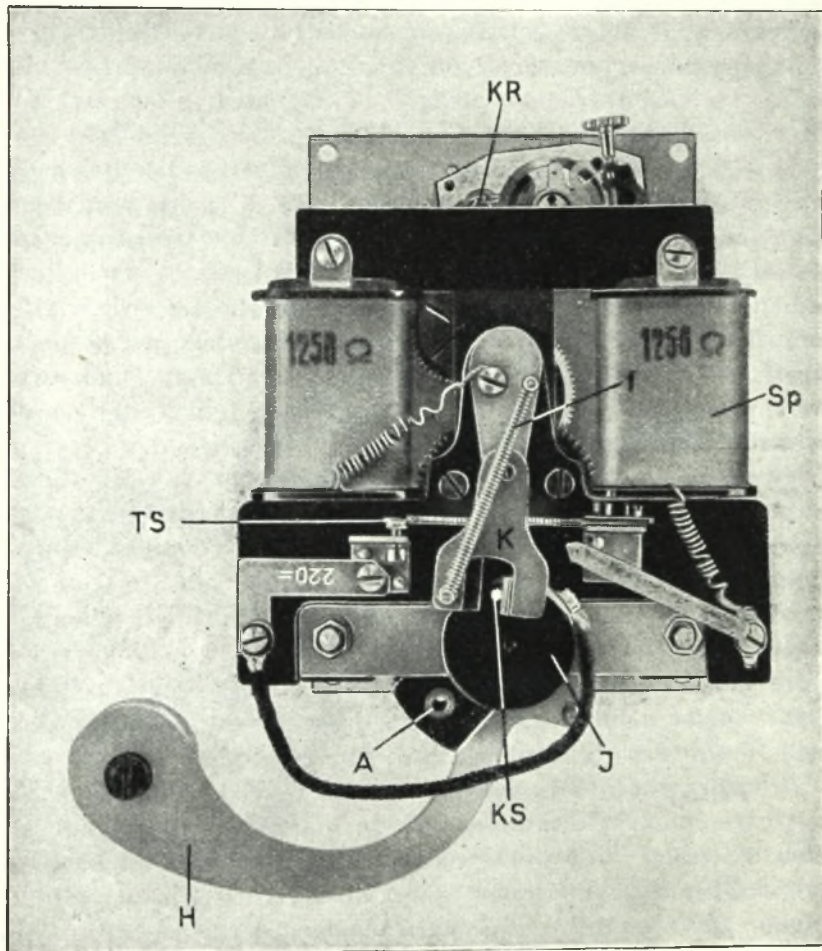


Abb. 56. Optima-Uhr in Rückansicht

Die Beobachtung der Gangleistungen der Optima-Uhr hat eindeutig den hohen Wert des Kraftreglers erkennen lassen. Innerhalb der Reglergrenzen ergab sich eine tägliche Abweichung der Uhr von vier Sekunden, während sich mit dem Teil der außerhalb der Grenze liegenden Gangreserve eine Abweichung von rund einer Minute ergab. Somit ist jetzt ein

Weg gefunden, um Uhren des bürgerlichen Gebrauchs zu ganz hervorragenden Gangleistungen zu bringen.

Aufzug und Kontaktvorrichtung der Optima-Uhr

Der Aufzug und die Kontaktvorrichtung der Optima-Uhr haben die Anordnung nach Abbildung 56. Der mit dem Schwinganker verbundene Schwunghebel *H* wird durch den Aufzug hochgeschleudert und zieht durch sein Zurückfallen die Zugfeder auf. Ist der Hebel in seiner tiefsten Stellung angelangt, so schließt sich der K i p p k o n t a k t *K*, der genau wie der Heliowatt-Kontakt nach Abbildung 16 arbeitet. Ist die Gangreserve und damit die Zugfeder ganz aufgezogen, so kann der Schwunghebel *H* nicht mehr nach unten sinken; die Feder muß erst durch den Ablauf des Gehwerks wieder entspannt werden. Im normalen Betrieb findet alle fünf Minuten ein einmaliges Aufziehen statt; bei abgelaufener Gangreserve wiederholt sich das Aufziehen bis zu der durch eine M a l - t e s e r k r e u z - S t e l l u n g vorgesehenen Grenze.

Die Werke werden in allen Arten von Gehäusen eingebaut; sie sind mit Nivaroxspiralfeder und Neusilberunruh versehen. Auch die Continova-Uhr der gleichen Firma (Abbildung 13) wird auf Wunsch mit dem Kraftregler geliefert.

13. Elektrische Einzeluhren mit Schlagwerk

Wenn gelegentlich in Fachkreisen die Meinung auftreten konnte, daß elektrische Schlagwerksuhren vom Verbraucher nicht gewünscht werden, so ist das ebenso ein Irrtum wie die Auffassung, diese Uhren seien wegen der durch das Schlagwerk entstehenden elektrischen Rundfunkstörungen ungeeignet. Der bisherige hohe Preis elektrischer Uhren mit Schlagwerk in Verbindung mit teilweise mangelhafter Bauart hat den Absatz im wesentlichen verhindert, während Rundfunkstörungen durch geeignete Mittel (siehe Teil XIV) oder auch durch gemeinsamen Antrieb von Geh- und Schlagwerk vermieden werden können.

Dem etwaigen Einwand, daß in den kleinen Wohnungen die Schlagwerksuhr im gleichen Raum wie das Rundfunkgerät, bei den hohen Stundenzahlen vor allem, das Anhören einer wichtigen Sendung durch die vielen lauten Schläge erschwere, ist die Uhren-Industrie durch Einbau einfacher A b s t e l l v o r r i c h t u n g e n zum vorübergehenden gelegentlichen Abstellen begegnet.

Die bisher auf dem Markte erschienenen Uhren mit Schlagwerk unterscheiden sich durch die Art des Schlagwerk-Antriebes. Es gibt den elektrisch gesteuerten und zugleich elektrisch betätigten Hammerhub, das vom Windfangtrieb aus angetriebene, zugleich auch die Gehwerksfeder aufziehende Schlagwerk, und den gemeinsamen Antrieb von Geh- und Schlagwerk. Merkwürdigerweise fehlt bisher eine der einfachsten und betriebssichersten Ausführungen, die den Kollektormotor entbehrlich

macht, nämlich der Schwinganker- oder Ferrarismotor-Aufzug des Gehwerkes mit Kraftübertragung auf das Schlagwerk oder umgekehrt.

Die Möller-Uhr mit Schlagwerk

Die Schlagwerksuhr von Max Möller (früher Möller-Uhr G. m. b. H., heute Julius Kräcker in Berlin-Schöneberg) ist schon seit über dreißig Jahren auf dem Markte. Das rein elektrisch betriebene Schlagwerk stellt eine Zusatzeinrichtung zu dem im Abschnitt 3 dieses Teils

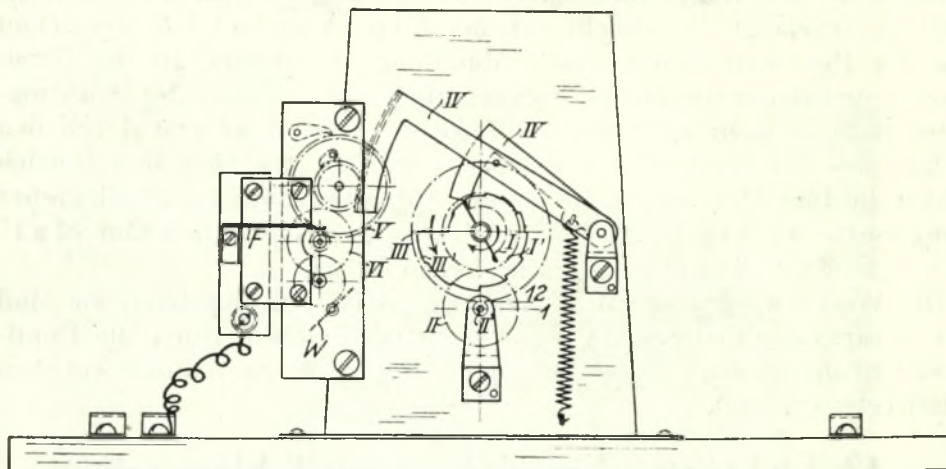


Abb. 57. Hammersteuerung der Möller-Uhr mit Schlagwerk

beschriebenen Gehwerk dar; die elektrische Hammersteuerung ist in Abbildung 57 dargestellt.

Ein kleines Laufwerk mit Windfang ist an der Vorderplatte des Gehwerkes verschraubt. Das erste Rad (V in der Abbildung) sitzt lose auf der Welle und trägt einen Sperrkegel, der in die Zähne eines mit der Welle verbundenen Sperrades eingreift; ein ebenfalls auf der Welle befestigtes Trieb greift in die Zähne eines Rechens IV ein. Das zweite Laufrad VI trägt einen Kontaktstift, der bei jeder Umdrehung einmal die isolierte Kontaktfeder F berührt.

Der Rechen wird zu jeder halben Stunde von zwei in dem Minutenrohr befestigten Stiften angehoben, wobei eine Schraubenfeder gespannt wird. Sobald der untere Rechenarm von einem Stift frei wird, zieht die Feder den Rechen nach unten; dieser setzt das Laufrad in Umdrehung, so daß in angemessenen Zeitabständen zwischen der Feder F und dem Stift des Rades VI Kontaktschluß eintritt, und zwar zwangsläufig anzahlmäßig entsprechend der Stellung der Stundenstaffel. Während der Rechen-Hubperiode dreht der Rechen das Trieb und Sperrad des ersten Laufrades in umgekehrter Richtung, so daß dem Laufwerk kein Antrieb erteilt wird.

Die Abbildung 58 zeigt die Anordnung des elektrischen Hammerhubes. Zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten schwingt der

Anker *A*. An ihm befestigt ist der gekröpfte Arm *C*, gegen den sich der unter Federspannung stehende, auf der Ankerachse drehbare Hammer *H* legt; durch den Stift *B* ist die Ankeranzug-Bewegung begrenzt.

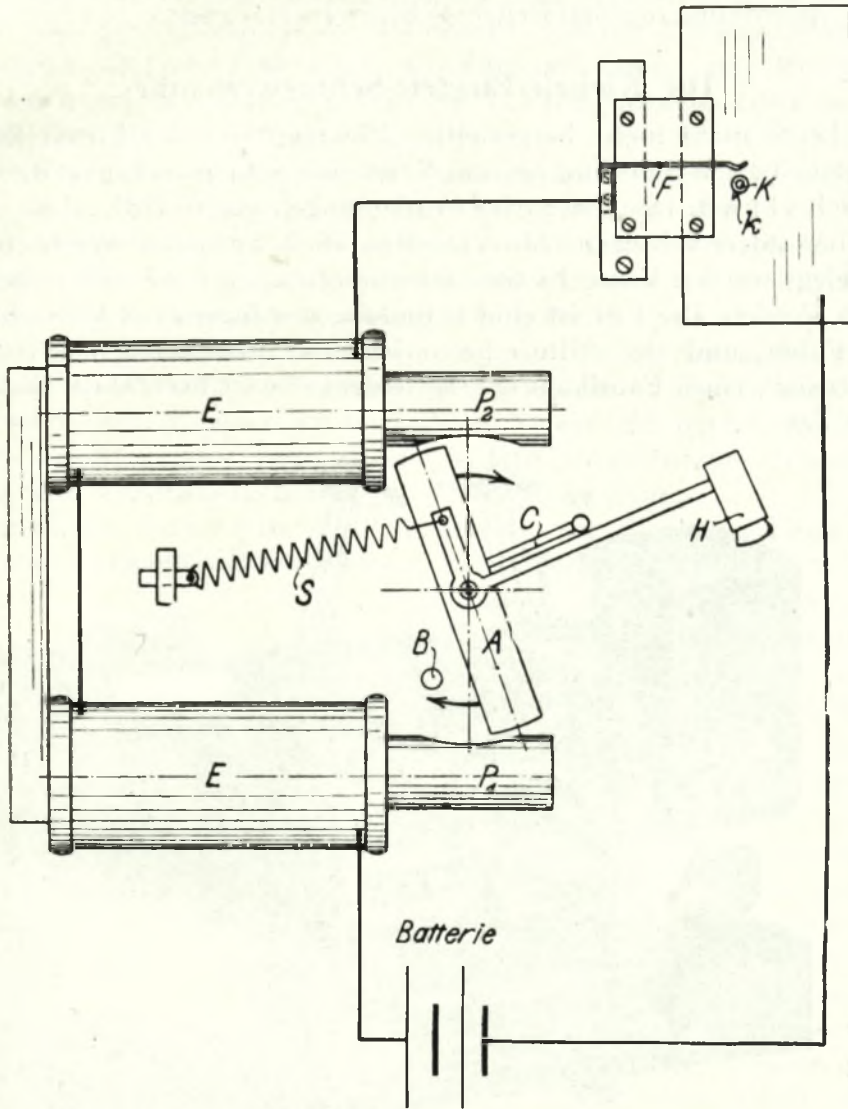


Abb. 58. Elektrischer Hammerhub der Möller-Uhr

Kommt das Laufwerk in Umdrehung und schließt dadurch den Federkontakt *K—F*, so wird der Anker *A* mit hoher Geschwindigkeit in der Pfeilrichtung gedreht, bis er an dem Stift *B* anliegt. Dadurch wird dem Hammer *H* ein Schwung erteilt in dem Augenblick, wenn der Anker anhält. Der Hammer schwingt daher weiter; er spannt die Feder *S* an und trifft infolgedessen mit *w e i c h e m* Aufschlag auf die Tonfeder, um

im gleichen Augenblick zurückzuzschnellen, weil infolge des kurzen Kontaktschlusses der Anker A sofort wieder zurückfällt.

Diese Bauart eines elektrischen Schlagwerkes muß als vorbildlich beurteilt werden; sie steht hinsichtlich des Tonfeder-Anschlages hinter keiner Anordnung mechanischer Schlagwerke zurück.

Die Kienzle-Electric-Schlagwerksuhr

Die heute nicht mehr hergestellte „Elektric“-Uhr der Firma Kienzle-Uhrenfabriken in Schwenningen a. N. ist eine Schlagwerksuhr, die durch Gleichstrom-Schwachstrom angetrieben wird, aber mittels eines besonderen Netzanschluss-Gerätes auch an jedes Wechselstromnetz gelegt werden kann. In Gleichstromnetzen kann sie daher nicht betrieben werden. Die Uhr ist eine Erfindung des Ingenieurs F. Schneider, Fulda, und sie stellte eine verbesserte Ausführung der früheren „Fuldensia“, eines Fabrikats der Mitteldeutschen Uhrenfabrik in Wolfshagen, dar.

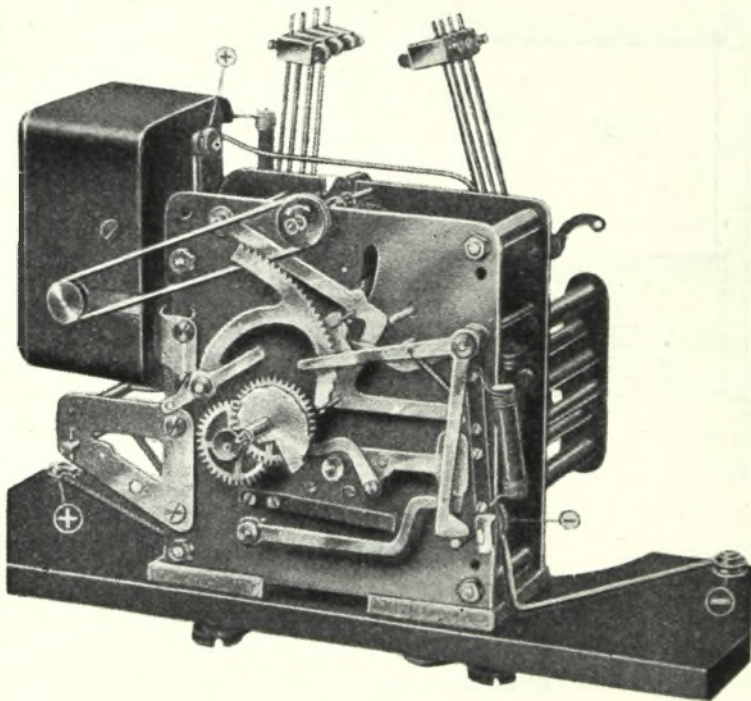


Abb. 59. Werk der Kienzle-Selbstaufzugsuhr „Elektric“ mit Westminster Schlagwerk

Das neuartige Aufzugsprinzip des in Abbildung 59 dargestellten Werkes ist folgendes: Auf dem Windfangtrieb des Schlagwerkes ist eine kleine Messingrolle befestigt, die mittels einer endlosen feinen Kette aus dünnem Draht durch einen winzigen Schwachstrom-Elektromotor angetrieben wird. Der Kontakt für den

Motor-Stromkreis wird bei jedesmaligem Auslösen des Schlagwerkes geschlossen und bei Anhalten des Schlagwerkes wieder geöffnet. Das Schlagwerk wird daher von dem Motor unmittelbar angetrieben; das Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Windflügeltrieb ist so gewählt, daß die Schlagfolge die übliche ist. Auf der Minutenradachse des Gehwerkes sitzt ein Federhaus; die Zugfeder besitzt eine Rutschkupplung nach Art der Roskopfhren; ein Übertragungsrad zieht die Feder auf, solange die Uhr schlägt.

Das Federhaus ist so übersetzt, daß es ein wenig mehr aufgezogen wird, als es abläuft, so daß die Rutschkupplung bei den Stunden 8 bis 12 in Tätigkeit tritt. Die Gangreserve der Gehwerk-Zugfeder beträgt fünfzehn Stunden. Wird der Strom unterbrochen, so stellt sich das Rechenschlagwerk selbsttätig wieder richtig ein.

Der Motor wird mit einer Spannung von 3 Volt betrieben, die man entweder zwei Trockenelementen entnimmt, die in das Gehäuse eingebaut sind, oder die über ein besonderes Netzanschlußgerät, welches aus einem Transformator und einem „Kuprox“-Gleichrichter besteht, von jedem Wechselstrom-Lichtnetz geliefert werden kann.

Der kleine Motor ist durch Kapselung vor Staub geschützt; er besitzt eine Funkenlösch-Vorrichtung und in ihrer Ebene versetzte Kollektorlamellen, welche die Anbringung von zwei Paar zueinander ebenfalls versetzter Bürsten ermöglichen, zu dem Zweck, etwaige Totpunkte des dreispuligen Ankers unwirksam zu machen. Der Uhrmacher sollte die Besitzer dieser Uhr bei etwaigen Reparaturen besonders darauf aufmerksam machen, daß ein oftmaliges Nachschlagenlassen des Schlagwerkes die Gangreserve des Gehwerkes ebenso zum Ablaufen bringt wie die Abschaltung des Stromes über Nacht, und daß die Gangreserve nur durch ein einmaliges Nachschlagenlassen der Uhr über zwölf Stunden wieder genügend aufgezogen werden kann.

Das Werk ist in Abbildung 59 dargestellt; zum Verständnis der Arbeitsweise des Kontaktes, bei dem Kontaktschließung und Unterbrechung an getrennten Stellen erfolgt, ist dem Vorstehenden kaum etwas hinzuzufügen. In der Behandlung der Antriebskette

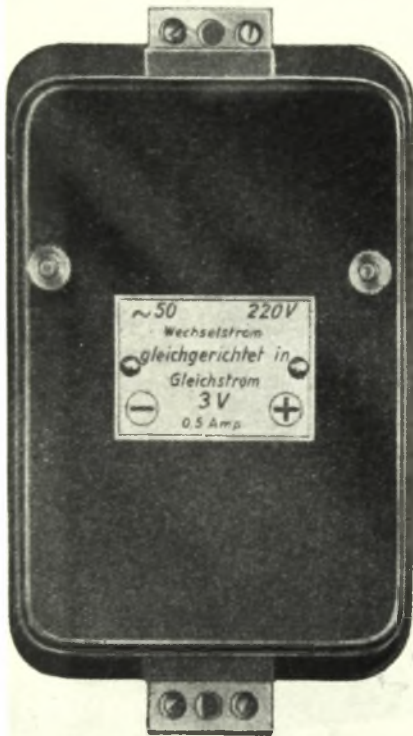


Abb. 60. „Kuprox“-Gleichrichter zum Anschluß an das Wechselstrom-Lichtnetz

zwischen Motor und Windfangtrieb sei man vorsichtig, denn man darf sie nicht ausdehnen. Ist sie gebrochen, so muß sie so vorsichtig durch eine Lötung repariert werden, daß der Draht seine Federkraft nicht verliert. Wird sie nur durch Ineinanderhaken der Enden verbunden, so wird die Verbindungsstelle bald durchgescheuert sein. Eine zu lang gewordene Kette ersetze man durch eine neue. Abbildung 60 zeigt die Ansicht des Netzanschlußgerätes. Die Kuprox-Trockengleichrichter haben sich in der Radiotechnik als betriebssicher erwiesen.

Die Mauthe-Dolektra-Schlagwerksuhr

Die „Dolektra“-Uhr der Firma Friedrich Mauthe Uhrenfabriken in Schwenningen a. N. ist eine Erfindung von Karl Doll und bereits seit 1927 bekannt. Sie wird in verbesserter Form von der Firma Mauthe hergestellt und vertrieben.

Der Aufzug des Geh- und Schlagwerkes geschieht durch einen kräftigen Motor von den beiden Federrädern aus über Schnecke und Schneckenrad; der Motor besitzt neuerdings viereckige Kohlenbürsten, die den Strom den Kupferlamellen des Kollektors zuführen. Im übrigen gehört der Motor zu der Type der Hauptstrom-Kollektormotoren, die gleich gut in Wechsel- und Gleichstromnetzen arbeiten. Bei einer Bestellung braucht man daher nur auf die Netzspannung, nicht aber auf die Stromart Rücksicht zu nehmen.

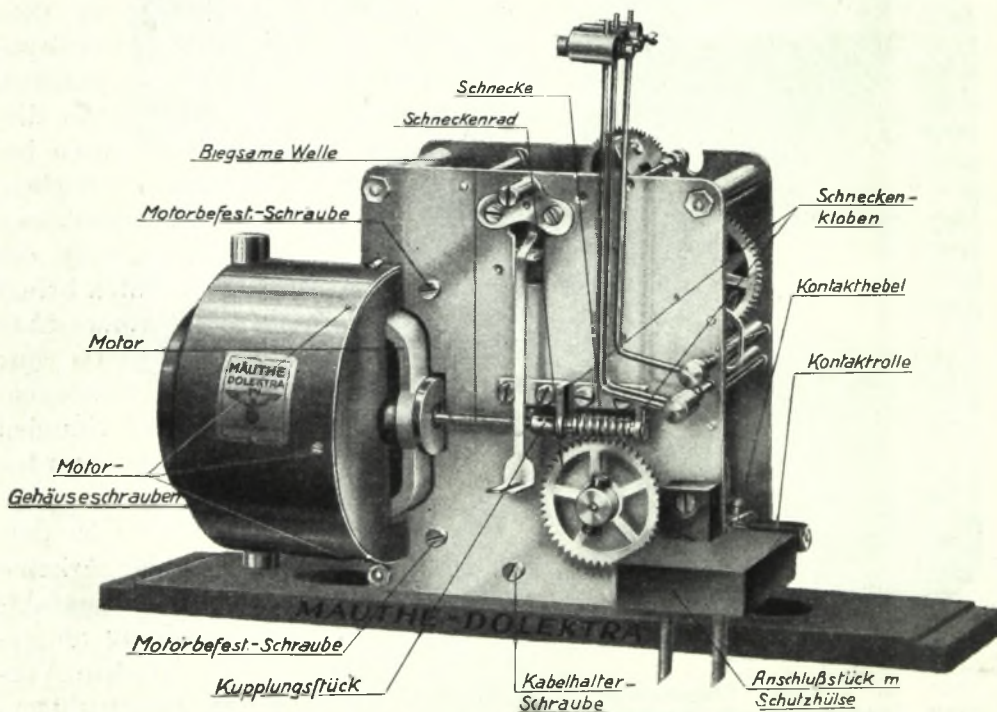


Abb. 61. Rückansicht der Mauthe-Dolektra-Uhr

Die Übertragung der motorischen Kraft auf das Geh- und Schlagwerk ist in Verbindung mit dem Kontakt als eine gut gelungene besondere Anordnung zu bezeichnen; das volle Verständnis ihrer Arbeitsweise ist jedoch nicht durch eine einfache Beschreibung, sondern durch das aufmerksame Untersuchen der Uhr selbst anzustreben und zu erreichen. Die Aufzugteile enthalten ein Planetengetriebe; dessen Differentialachse überträgt den Ablauf und Aufzug summierend auf eine W a n d e r m u t t e r, welche die Steuerung des Kontaktes derartig übernimmt, daß der Motor zwangsläufig genau soviel Umgänge der gemeinsamen Zugfeder aufzieht, wie abgelaufen sind.

Das Werk hat eine Gangreserve von 24 Stunden; der Aufzug erfolgt in vierundzwanzigstündigen Pausen während der Nacht. Der Kontakt ist wohl der einzige von allen an Einzeluhren, der keine Auflage aus einem Edelmetall hat, sondern aus kräftigen zylindrischen Kupferstücken besteht. Die große verfügbare Schaltkraft scheint diese Anordnung zu rechtfertigen.

Die Abbildung 61 bringt eine Ansicht der Rückseite des Werkes. Die Uhr wird in allen Stilarten als Wand- und Tischuhr geliefert.

14. Einzeluhren mit Weckvorrichtung

Die Cotna-Uhr

Während man in Deutschland die Verbindung von Weckvorrichtungen mit elektrischen Uhren nur erst bei den Synchronuhren (siehe Band II) findet, hat eine französische Firma eine Selbstaufzugs-Einzeluhr mit elektrischem Wecker und auf Wunsch auch mit gleichzeitiger Einschaltung einer auf dem Gehäuse angebrachten Tischlampe herausgebracht. Es muß angenommen werden, daß mit der steigenden Hebung des Einkommens der Werk tätigen auch bei uns ein Bedürfnis nach Einzeluhren mit Weckvorrichtung sich geltend machen wird.

Die „C o t n a“ - Uhr, das genannte französische Erzeugnis, ist in ihrer Bauart nicht besonders einfach ausgefallen. Die Abbildung 62 gibt eine Ansicht des Werkes von der Rückseite, die Abbildung 63 diejenige einer Tischuhr mit aufmontierter Lampe.

Das Werk wird durch einen F e r r a r i s m o t o r angetrieben; somit ist die Uhr nur zum Anschluß an Wechselstromnetze verwendbar. Der Aufzug der Zugfeder erfolgt in kurzen Pausen und wird in bekannter Weise mit Hilfe einer W a n d e r m u t t e r durch mechanische Bremsung der Motorläuferscheibe reguliert; die Gangreserve beträgt acht Stunden. Der Motor kann also nicht unmittelbar auf die Feder arbeiten; da ferner der Aufzug in kurzzeitigen Pausen erfolgt, so ist die Grundlage für einen regelmäßigen Uhrgang gegeben.

Die Weckvorrichtung arbeitet mit einer, von der Motorspule abgezweigten, also zu ihr parallel liegenden Schwachstromspannung.

Ein von der bekannten Wecker-Kurvenscheibe abhängiger, aber vierundzwanzigstündig einschaltbarer Schwachstromkontakt läßt den Weckerhammer für eine Minute auf eine Glocke schlagen, oder es ist ein

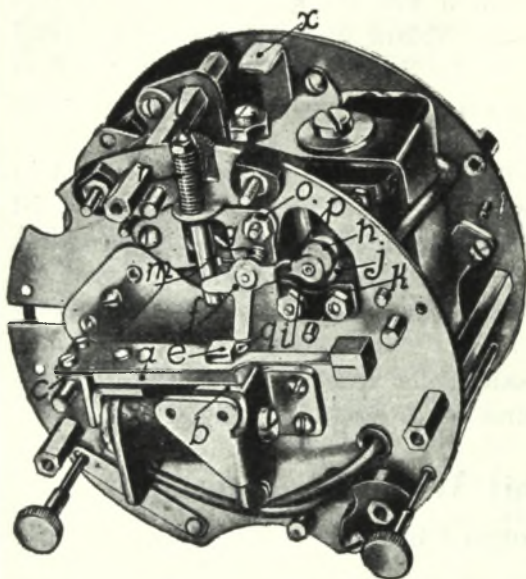


Abb. 62. Rückansicht der Cotna-Uhr

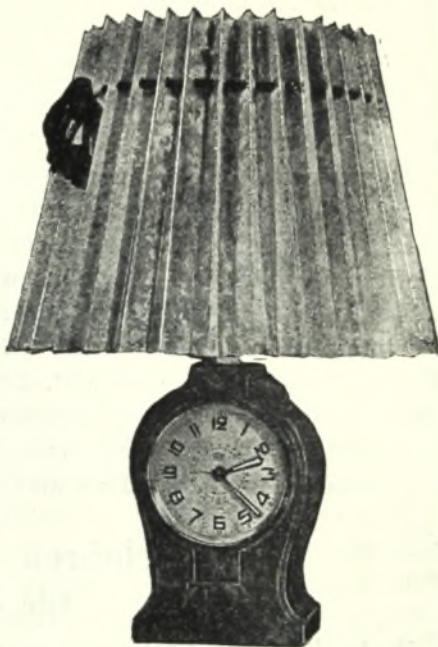


Abb. 63. Cotna-Uhr mit Tischlampe

Summer eingebaut. Das vierundzwanzigstündige Weckerblatt erfordert natürlich die erstmalige richtige Einstellung. Durch einen besonderen Abstellhebel kann der Weckerkontakt in Ruhe gesetzt werden. Der Weckerklöppel oder Summer schwingt mit der Frequenz des Wechselstromes.

Die selbsttätige Einschaltung der Nachttischlampe erfolgt durch die Bewegung des Weckerklöppels oder Summers, der einen im Lampenstromkreis liegenden Starkstromkontakt schließt. Die Lampe brennt solange, bis der Starkstromkontakt von Hand geöffnet wird. Eine Dauerschaltung der Lampe wird durch eine besondere Vierteldrehung eines vorher heruntergedrückten Abstellhebels erreicht, der die Betätigung des Starkstromkontaktes sperrt. Diese Abstellung kann nicht während der Zeit des Weckens erfolgen, wohl aber zu jeder sonstigen beliebigen Zeit.

15. Autouhren

In dem Schaltbrett jedes besseren Automobils findet man heute eine Uhr eingebaut, ein Beweis für die stetig zunehmende Verwendung der Autouhren. Wenn auch noch sehr viele derselben heute als Achttage-

Eine elektrische Autouhr ist somit als Gleichstrom-Schwachstromuhr durchzubilden, und zwar in der Größe der Einsteckuhren. Eine Gangreserve wird kaum verlangt, da die Starterbatterie ja während der Fahrten dauernd aufgeladen wird.

dreht sich im Ablauf der Uhr langsam nach links. Sobald er die Spitze des Elektromagnet - Ankers *A* innig genug berührt, daß ein Stromübergang stattfinden kann, zieht der Topfmagnet *M* den Anker *A* ruckweise an. Dieser schleudert dann den mit der Zugfeder verbundenen, mit Schwunggewichten *K* versehenen Hebel *H* nach rechts, wodurch sowohl Kontaktunterbrechung wie Aufzug der Feder erfolgt. Eine Gangreserve ist nicht vorhanden.

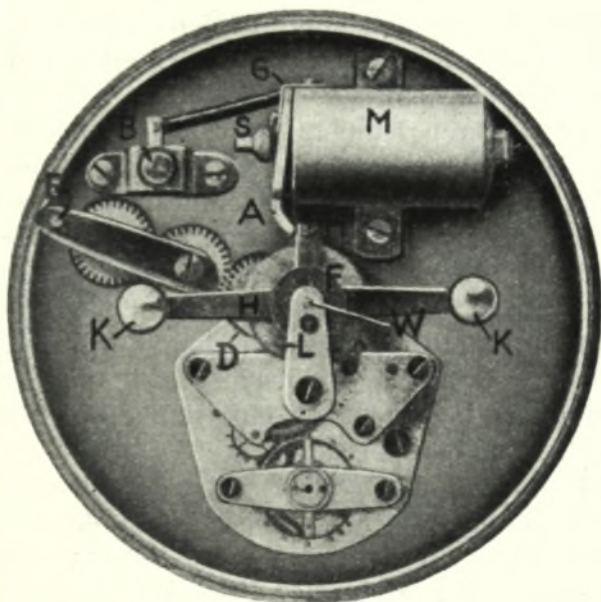


Abb. 64. Werk einer Auto-Uhr (Schweizer Erzeugnis)

Abb. 64. Werk einer Auto-Uhr (Schweizer Erzeugnis) Die Uhr hat den erheblichen Fehler, daß der Kontaktschluß nicht plötzlich, sondern allmählich erfolgt. Dadurch entsteht Funkenbildung, die den Kontaktwiderstand immer mehr erhöht, so daß schließlich ein Stromübergang unmöglich wird. Ein Uhrkontakt muß nicht nur plötzlich ab-, sondern auch plötzlich einschalten.

In Deutschland wird in etwas abgewandelter Form die Uhr nach Abbildung 17 von Jauch & Schmid in Schwenningen als Autouhr geliefert.

16. Allstromuhren

Wenn sich im Uhrmacherladen ein Interessent für elektrische Uhren einfindet, so muß der Uhrmacher — leider — stets nach der Stromart und Netzspannung der Käuferwohnung

fragen. Die gebräuchlichen Gleichstromspannungen sind: 220, 120 und 110 Volt, die Wechselstromspannungen 220 und 110 Volt. Die üblichen Drehstromspannungen von 380 und 220 Volt erfordern den Dreileiteranschluß und berühren den Betrieb der Einzeluhren nicht; aus den Drehstromnetzen wird für Beleuchtungs- und Haushaltzwecke stets ein Wechselstrom entnommen, der über nur zwei Leitungen zugeführt ist¹²⁾).

Wenn nun ein Kunde durch Befragen nach Stromart und Spannung auf deren Verschiedenheiten aufmerksam gemacht wird, so muß dem Denkenden die Überlegung kommen, daß er eine elektrische Uhr nach einem Umzuge in einen anderen Stadtteil oder in einen anderen Ort vielleicht nicht mehr verwenden kann. Diese Überlegung wird um so wahrscheinlicher, je mehr der Kunde Radioliebhaber ist und daher gleiche Schwierigkeiten von sich oder anderen aus mit dem Empfangsgerät kennt. Die Folge wird dann in vielen Fällen ein Zurücktreten vom Kauf sein; man wählt eine mechanische Uhr.

Die Hersteller elektrischer Einzeluhren handeln daher besonders im eignen Interesse, wenn sie es der Radioindustrie baldigst nachmachen, Allstromuhren zu bauen und diese durch besondere Werbung zu propagieren. Von allen vorbeschriebenen Konstruktionen kann nur die Uhr der Heliowatt-Werke (Abb. 29) als eine Allstromuhr bewertet werden, da sie ohne Umschaltung für 220 Volt Wechselstrom und 110 Volt Gleichstrom und mit Umschaltung, durch Vertauschen einer Zuführung in einer dreiteiligen Lüsterklemme, für 220 Volt Gleichstrom brauchbar ist. Da ein Mehr von 10 Volt wenig ausmacht, so läßt sich diese Uhr auch noch mit 120 Volt Gleichstrom betreiben.

Es ist ohne weiteres möglich, durch richtige Bemessung des Elektromagnet- oder Motoreisens und besonders der Wicklungen einen Magnet- oder Motoraufzug ohne Umschaltung auf 220 Volt Wechselstrom und 110 Volt Gleichstrom abzustimmen. Wer als reiner Uhrenkonstrukteur sich nicht auskennt, mag sich an einen Elektroingenieur wenden. Fügt man zu dieser Abstimmung noch einen Vorwiderstand für 220 Volt Gleichstrom hinzu, so macht man aus einer nur für eine Stromart und eine einzige Spannung brauchbaren Uhr eine Allstromuhr. Die aufgewendete geringe Konstruktionsarbeit und die unbedeutende Mehrausgabe brauchen sich im Preis noch nicht einmal bemerkbar zu machen; sicher aber werden sie sich für die Zukunft im Vertrieb günstig auswirken.

¹²⁾ Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, Seite 200.

VIII. Die Instandsetzung von Uhren mit elektrischem Aufzug

1. Das Uhrwerk — Allgemeine Regeln

Es wird weniger Fingerzeige bedürfen, um einen Uhrmacher zu veranlassen, ein einfaches Geh- oder Schlagwerk sachgemäß instand zu setzen.

Das besondere am Werk einer elektrischen Einzeluhr mit Magnet-aufzug besteht darin, daß das Magnetgestell an einer Platine verschraubt ist, daß der Magnetanker auf einer Welle, meistens auf der Minutenradachse, drehbar angeordnet ist, daß Kontaktteile vorhanden und teilweise isoliert sind, und daß isolierende Anschlußklemmen sowie manchmal bewegliche Stromübertragungslitzen in Anwendung kommen.

Das Magnetgestell ist mit kräftigen Schrauben befestigt. Man kann erleben, daß ein Uhrmacher diese Schrauben mit einem großen Taschenuhr-Schraubenzieher anzieht! Nachher wundert er sich dann, wenn die Uhr stehenbleibt oder Geräusche zeigt. Grundsätzlich muß jede Schraube mit einem Schraubenzieher angezogen werden, dessen Breite dem Schraubenkopf-Durchmesser entspricht. Und eine größere Schraube ist auch unter Anwendung größerer Kraft anzuziehen.

Ein Magnetanker entwickelt stets eine erhebliche, ruckweise einsetzende Kraft. Ist seine Führungsbohrung zu weit, so „eckt“ er, und die Folgen sind Streifungen. Das gleiche tritt ein, wenn die Zapfenlöcher der den Anker tragenden Welle zu weit sind. Darum: Anker und tragende Welle müssen sicher und genau gelagert sein.

Ein Kontakt kann nur dann regelmäßig arbeiten, wenn der bewegliche Teil sicher geführt und der feste Teil unverrückbar verschraubt oder vernietet ist.

Isolierte Kontaktteile und Anschlußklemmen müssen auch wirklich isoliert sein. Alle in die Isoliermasse hineinragenden Schrauben und Stifte, die der Befestigung auf oder an der Isoliermasse dienen, dürfen nicht nach unten durchragen, sie müssen kürzer sein als die Stärke der Isoliermasse.

Bewegliche, der Stromübertragung dienende Litzen müssen fest verschraubt, gut isoliert und so gebogen sein, daß sie die Bewegung des Ankers oder Kontaktteils nicht hemmen. Die durch dauernd sich lokkernde Schrauben oft entstehende Stromunterbrechung an der Verbin-

dungsstelle der Litze mit dem beweglichen Teil behebe man kurzerhand durch Lötung¹³⁾. Eine schadhafte Isolierung der Litze kann man durch Bestreichen mit in Spiritus aufgelöstem Schellack dann ausbessern, wenn die dadurch entstehende Versteifung nicht bewegungshemmend wirkt; andernfalls muß die Litze von der Fabrik neu beschafft werden.

Der Grundgedanke ist also immer, alle beweglichen Teile sicher zu lagern und jeden Teil so fest wie möglich zu montieren.

2. Der Kontakt

Die Stromübertragung mittels eines Kontaktes verlangt zweierlei, einen genügenden Druck der Kontaktteile aufeinander, und Oxydfreiheit der Kontaktstellen. Es muß somit nach jeder Reparatur der Kontaktdruck so stark wie möglich eingestellt werden. Wird der Kontakt durch die Federkraft der Uhr gesteuert, so erfolgt die Einstellung bei fast abgelaufener Zugfeder derartig, daß dann die Uhr die Kontaktbewegung noch eben sicher durchzieht. Steuert aber der Magnetanker den Kontakt, so nimmt man die Einstellung mit einer gegenüber der Regelspannung (Betriebsspannung) um 20 % geringeren Prüfspannung vor.

Kontaktprüfung mit gedrosselter Spannung

Die Schaltanordnung zum Prüfen mit einer gedrosselten Spannung zeigt die Abbildung 65. Man nimmt den Strom aus der Steckdose *a* oder aus Trockenelementen, führt eine Leitung an die Anschlußklemme 1—*b* der Uhr, die zweite an ein Ende eines Widerstandes *d*. Dann wird eine dritte Leitung an die zweite Anschlußklemme 2—*c* der Uhr und das zweite Ende des Widerstandes *d* gelegt, womit der Stromkreis geschlossen ist. Je nach der Höhe des Ohmschen Wertes des Widerstandes *d* nimmt dieser einen Teil der Spannung auf, den die Uhr weniger erhält. Legt man ein gutes Voltmeter (für Starkstrom bis 250 Volt, für Schwachstrom je nach der Spannung bis 3 oder mehr Volt) an die Klemmen 3 und 4, so kann man die Höhe der Drosselung ablesen; legt man es an die Klemmen *b* und *c*, so liest man die gedrosselte Versuchsspannung unmittelbar ab, die bei einer Betriebsspannung von 220 Volt beispielsweise gleich 190 bis 200 Volt sein soll.

Der Widerstand *d* muß also die passende Größe haben; man bestimmt ihn durch den Versuch oder auch rechnerisch, wenn man den Spulenwiderstand vom Spulenkörper ablesen kann. Bei einem Widerstand von 300 Ohm je Spule ergibt sich für Gleichstrom z. B. für eine Drosselung auf 80% ein Widerstand *d* von $(300 \times 2) \times \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) = 150$ Ohm. Im Wechselstrombetrieb ist dagegen je nach der Induktivität des Magnetsystems oder Motors der Uhr ein größerer als nach dem Spulen-

¹³⁾ Über die Ausführung von derartigen Lötungen vgl. Seite 98.

widerstand errechneter Vorwiderstand d erforderlich, der nur durch den Versuch ermittelt werden kann.

Vorwiderstände und Meßgeräte

Es wird sich aus späteren Ausführungen ergeben, daß für weitere Prüfungen noch ähnliche Schaltanordnungen benötigt werden mit verschieden hohen Vor- oder Nebenwiderständen. Als solche benutzt man bestens die sehr billigen, in Radiogeräten ausgiebig enthaltenen Siliciumwiderstände, die in allen Radiogeschäften käuflich sind.

Für kleine, oft nicht erhältliche Ohmsche Werte unter 500 Ohm hilft man sich durch Selbstanfertigung. Man besorgt sich eine kleine Rolle Chromnickel-Lackdraht von 0,10 mm blankem Durchmesser und wickelt den Draht auf irgend eine Spule oder Holzrolle. Die Widerstandsbestimmung dieser Rollen kann mit Hilfe der Schaltung nach Abbildung 65 erfolgen, indem man einen bereits vorhandenen Widerstand von be-

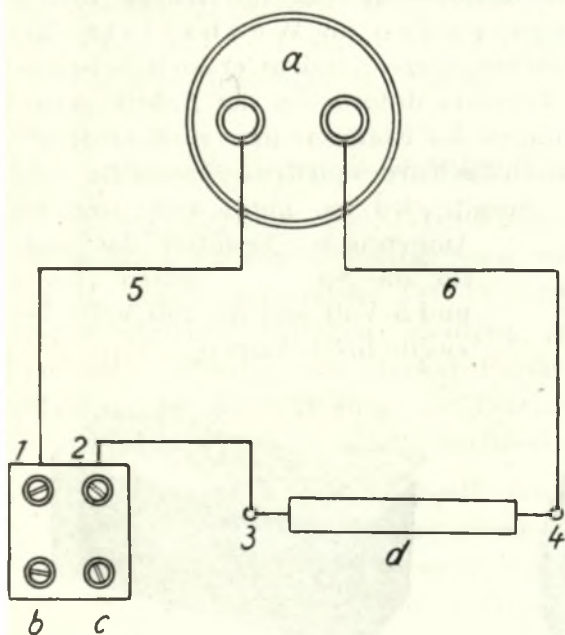


Abb. 65. Prüfen mit gedrosselter Spannung
1—b und 2—c = Lüsterklemmverbindungen,
a = Stromquelle, d = Widerstand

kanntem Wert zu der Rolle in Reihe schaltet. Beispielsweise legen wir an die Klemmen b und c einen Widerstand von 500 Ohm, an die Klemmen 3 und 4 die auf ihren Wert zu bestimmende Rolle und benutzen eine aus Taschenlampen-Batterien zusammengesetzte Stromquelle a von solcher Spannung, daß das vorhandene Voltmeter gut ablesbare Ausschläge gibt, wenn wir es einmal an die Klemmen b — c und zum andern an die Klemmen 3—4 legen. Nehmen wir nun an, an den Klemmen b — c wurde eine Spannung von 2,8 Volt und an den Klemmen 3—4 eine solche

von 0,4 Volt gemessen, so verhalten sich die Spannungen zueinander wie $2,8 : 0,4 = 7 : 1$, und ebenso verhalten sich auch die Widerstände. Die Rolle d wird daher einen Widerstandswert haben von abgerundet $500 : 7 = 71$ Ohm. Natürlicherweise kann man gleichzeitig mehrere Rollen prüfen, sofern ein Widerstand aller in Reihe zueinander liegenden Rollen bekannt ist. Man kann in Anwendung mehrerer nacheinander durchgeführter Messungen die einzelnen Widerstände auch auf bestimmte Werte abgleichen. Aber es wird ein gutes hochohmi-

ges Voltmeter erforderlich, welches zehntel Volt abzulesen und die hundertstel zu schätzen gestattet.

Es sei hier gleich die Frage berührt, welche Meßgeräte ein Fachmann benötigt, der es mit dem Vertrieb und daher auch mit der Beurteilung elektrischer Uhren ernst nimmt. Und da muß festgestellt werden, daß alle Kenntnisse fruchtlos bleiben, wenn sie nicht auf praktische Feststellungen, auf Untersuchungen angewandt werden können. Die Mittel dazu bei elektrotechnischen Apparaten sind die Meßgeräte. Ohne Voltmeter und Amperemeter geht es nicht! Es geht auch ebensowenig mit billigsten Weicheisen-Instrumenten, deren Meßfehler erstens sehr groß sind, und deren hoher Eigenverbrauch zweitens jede Messung kleiner Spannungen und Stromstärken derartig fälscht, daß die Ergebnisse nicht nur wertlos, sondern geradezu irreführend sind.

Die besonders schwierig durchzuführenden, nur mit teuren Instrumenten ausführbaren Strommessungen in Wechselstromanlagen kann sich der Uhrmacher sparen, indem er sich beispielsweise den Stromverbrauch eines Ferraris-Motors von der Fabrik garantieren läßt. Aber seine Untersuchungen der Kontakte usw. muß er durchführen und auch Gleichstrom-Schwachstromquellen (Elemente und Akkumulatoren) prüfen können. Somit wird ein gutes Volt- und ein

Amperemeter benötigt, das erste für die Spannungsstufen bis 3 und 5 Volt und bis 250 Volt, das zweite bis 1 Ampere.

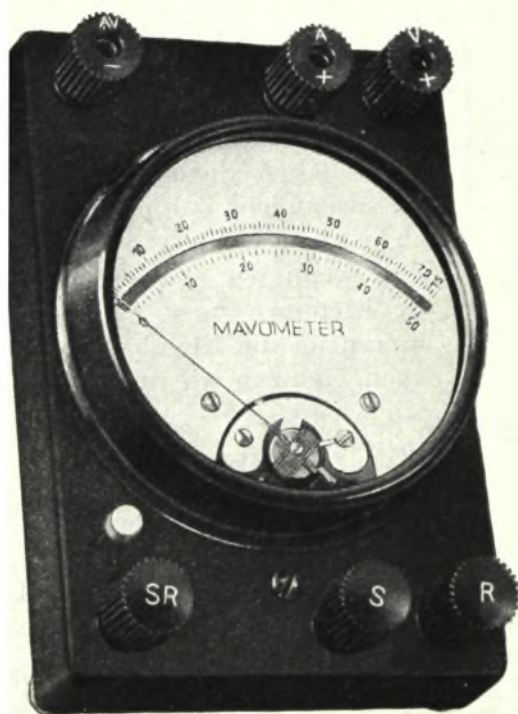


Abb. 66. Präzisions-Drehspul-Volt- und Amperemeter (Gossen-Mavometer)

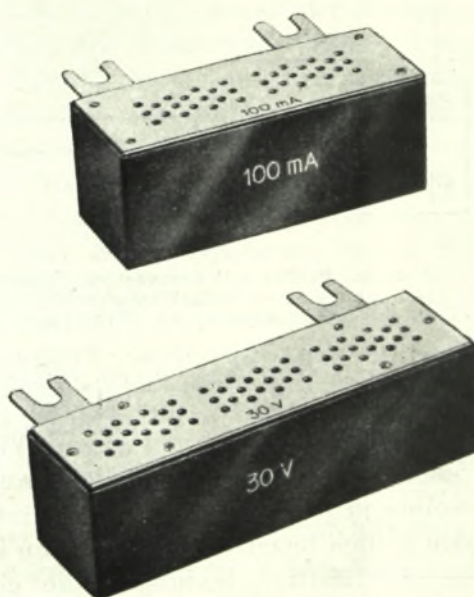


Abb. 67. Vor- und Nebenwiderstand

Ein sehr billiges, zweckentsprechend gebautes und handliches Präzisions-Drehspulmeßgerät für Gleichstrom ist das Universal-„Mavometer“ der Firma P. Gossen & Co. in Erlangen. In Anwendung von Vor- und Nebenwiderständen kann es für Spannungsmessungen von 0,002 Volt bis 2000 Volt und für Strommessungen von 0,05 Milli-Ampere bis 20 Ampere benutzt werden; auch dient es als Ohmmeter mit einem Meßbereich von 5 Ohm bis 50 000 Ohm. Die Meßgenauigkeit liegt bei $\pm 1,2$ Prozent; die Ablesungsgenauigkeit ist infolge der über einem Spiegel schwingenden Messerschneideform des Zeigers sehr hoch. In Abbildung 66 ist das Meßgerät, in Abbildung 67 je ein Vor- und Nebenwiderstand wiedergegeben. Der Ladenpreis des Gerätes mit je einem Vorwiderstand für 0 bis 5, für 0 bis 30 und für 0 bis 250 Volt sowie einem Nebenwiderstand für 0 bis 1 Ampere beträgt 45 RM.; durch Anschaffung weiterer Widerstände kann der Meßbereich jederzeit vervollständigt werden. Der innere Widerstand des Voltmeters beträgt 500 Ohm je 1 Volt; somit ist der Eigenbrauch sehr gering und das Gerät für alle Messungen brauchbar.

Erneuerung und richtige Einstellung des Kontaktes

Die Verhinderung der Oxydbildung an den Kontaktflächen setzt die Einhaltung mehrerer Bedingungen voraus. Erstens muß der Kontakt richtig gebaut sein (siehe Teil IV); zweitens muß Öffnung und Schließung plötzlich erfolgen; drittens schützt ein hoher Kontaktdruck (schnelle Öffnung) vor starker Funkenbildung, und viertens muß das Material des Kontaktbelags zur Betriebsspannung richtig gewählt (siehe Teil IV) und auch in tadelloser Beschaffenheit sein.

Ein zerfressener, mit Löchern versehener und auch ein zu dünner Belag muß unbedingt ersetzt werden, aber nicht aus dem Altmaterialbestand des Uhrmachers; sondern er ist zu beschaffen entweder von der Fabrik oder nach genauen Angaben von einer Edelmetallschmelze. Das Auflöten eines neuen Belags darf weder die Kontaktfeder weich machen noch das Lot über das Edelmetall schwimmen lassen. Wolframkontakte lassen sich nicht löten, sondern nur schweißen. Die aufgelöteten Plättchen und die eingekieteten Stifte werden mit einer feinen Feile geglättet und mit dem Stahl poliert.

Die Entfernung der Kontaktteile voneinander braucht bei einer Spannungs-Höchstgrenze von 250 Volt nicht groß zu sein; als Höchstwert kann man 1,5 mm annehmen, der Versuch entscheidet. Je geringer die Kontaktöffnung, um so größer wird bei gleicher Zugkraft der Kontaktdruck.

3. Das Magnetsystem

Die Magnetaufzüge bilden meistens ein Schwingankersystem, doch kommt auch der einfache Hufeisenmagnet und der Topfmagnet vor. Weil die Anzugskraft eines Magneten nicht linear, sondern **quadratisch** mit der Entfernung des Ankers von seinen Polen fällt und steigt, so gilt für alle Systeme der Grundsatz, die Ankerentfernung **so gering wie möglich** zu halten. Das bedeutet für den Schwinganker, daß der **Luftspalt** zwischen beiden Ankerenden und den Polen **sehr klein** sein soll; ein Mehr oder Weniger von $\frac{1}{10}$ mm kann den Aufzug zum Versagen oder zum sicheren Arbeiten bringen.

Hieraus leitet sich auch die Notwendigkeit einer guten Befestigung und Lagerung des Magneten und seines Ankers ab. Ebenso muß der Uhrmacher auf die zentrische Lagerung des Ankers zu den Ausdrehungen der Polschuhe achten. Ist diese ungenau, so ist das Magnetgestell zu versetzen, in der Weise, daß die Befestigungslöcher ausgefeilt und dann Stellstifte eingebohrt werden. Schließlich ist zu beachten, daß Gestell und Anker in einer Ebene liegen sollen. Sind die Luftspalte eines Schwingankersystemes zu weit, so kann man sich nicht etwa mit dem Zusammenbiegen des Gestells helfen; es wird ein neuer Anker von passender Länge angefertigt werden müssen.

Die Anker der Hufeisen- und Topfmagneten dürfen sich beim Anzug niemals unmittelbar an das Eisen der Gestelle anlegen, da der Restmagnetismus („remanenter Magnetismus“) sie dann bald zum „Kleben“ bringen würde, so daß sie nicht mehr abfallen. Es muß vielmehr an dem von dem Ankerdrehpunkt am weitesten entfernten Pol ein ganz wenig vorstehender Messingstift eingebohrt sein, der eine Berührung zwischen Anker und beiden Polen verhindert. Die Einstellung des Ankers dieser beiden Magnetsysteme muß derartig sein, daß der Arbeitswinkel des Ankers erstens so nahe wie möglich an den Polen beginnt, und daß er zweitens nicht größer eingestellt ist, als es die Betriebssicherheit verlangt. Mit anderen Worten, der Anker darf keinen unnützen leeren Weg machen.

Bei Aufzügen mit einem vom Magnetanker gesteuerten Kontakt ist nach dem Zusammensetzen einer Reparatur die genaue Einstellung der Ankerstellung zum Zeitpunkt der Kontaktöffnung durchaus erforderlich; das Wesentliche dieser Einstellung ist bereits im Teil III an dem Kohlerschen Aufzug erklärt worden, worauf hier besonders hingewiesen wird. Ist der Kontakt zu der Ankerstellung falsch eingestellt, so wird entweder der Anker mit starkem Geräusch plötzlich abgebremst, oder die Schwingkraft der Anordnung bleibt unausgenutzt, wodurch sich stark gekürzte Aufzugsfolgen, also schlecht ausgenutzte Ankerkräfte ergeben.

4. Der Motor

Für Uhrenaufzüge findet der Kollektor-Hauptstrommotor und der Ferraris-Motor Anwendung. Der erste läuft sowohl mit Gleichstrom wie mit Wechselstrom, der zweite nur mit Wechselstrom. In neuerer Zeit kommt außerdem noch der auch nur für Wechselstrom brauchbare Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer und Hilfsphase zur Verwendung.

Instandsetzung von Kollektormotoren

Der Hauptstrom-Motor bedarf ebensoviel der Wartung wie auch der guten Überholung und Einstellung von Kollektor und Bürsten. Die für ihn aufzuwendende Sorgfalt wächst mit abfallender Lamellenzahl des Kollektors.

Es ist nicht möglich, einen Kollektormotor völlig funkenfrei arbeiten zu lassen, und daher ist es ebenso unmöglich, Kollektor und Bürsten vor baldiger Oxydation zu schützen. Diese Oxydation verhindert den störungsfreien Betrieb um so rascher, je geringer die überschüssige Kraft des Motors ist, je geringer also der Bürstendruck auf den Kollektor ist. Die Funkenbildung größerer Kollektormotoren kann man durch Verstellen der Bürsten zu der „neutralen Zone“, die sich mit der Belastung ändert, auf ein geringstes Maß herabdrücken; leider entbehren die Kleinmotoren einer Bürsten-Einstellvorrichtung. Alle diese Unsicherheiten werden am radikalsten vermieden durch die Anwendung eines kollektorlosen Motors.

Kommt eine Uhr mit Kollektormotor zur Reparatur, so wird in den meisten Fällen der Anker in den Drehstuhl gespannt und der Kollektor abgedreht werden müssen. Diese Arbeit muß jedoch sehr sorgfältig mit einem hochpolierten Drehstahl ausgeführt werden, damit die Drehfläche an sich schon poliert ist. Ein Nacharbeiten der Drehfläche sollte vermieden werden. Es darf auch von dem Kollektormetall nur soviel fortgedreht werden, daß eben die letzten Spuren des Einlaufens und der Verbrennungen beseitigt sind.

Nach der Fertigstellung des Kollektors wird er auf Lamellenschluß untersucht; es darf nicht der kleinste Span sich zwischen zwei Lamellen festgesetzt haben.

Hierauf folgt die Prüfung auf Körper- und Nebenschluß, für die wieder die Anordnung nach Abbildung 65 verwendet werden kann. Man prüft mit einer Taschenlampen-Batterie *a* auf Körperschluß, indem man den Anker auf den Tisch legt, eine der Leitungen 5 oder 6 mit der Ankerachse verbindet, das Ende der anderen an das Voltmeter (Meßbereich 0 bis 5 Volt) legt und mit dem Ende der zweiten an das Voltmeter gelegten Leitung die einzelnen Kollektorlamellen nacheinander abtastet.

Ergibt sich dabei ein Ausschlag des Zeigers am Voltmeter, so besteht ein Körperschluß entweder einer Lamelle oder einer Wicklung. Um diesen einzugrenzen, werden alle Verbindungen zwischen dem Kollektor und den Spulen getrennt, und man untersucht jede Lamelle und jede Spule wie zuvor für sich. Ebenso verfährt man mit den Wicklungen der Feldmagnete.

Die Untersuchung auf Neben- bzw. Lagenschluß erfolgt in kurz zusammenfassender Art dadurch, daß, wie vorbeschrieben, die Batterie, das Voltmeter und der Anker zueinander in Reihe geschaltet werden, wobei die beiden freien Drahtenden an zwei einander gegenüberliegende Lamellen gehalten werden, und wobei man sich den Voltmeter-Ausschlag merkt. Nun geht man mit dieser Prüfung von Lamelle zu Lamelle um den Kollektor herum, immer die Drahtenden an die einander gegenüberliegenden (um 180° zueinander versetzten) zwei Lamellen legend. Sind die Zeigerausschläge aller Messungen angenähert gleich, so ist der Anker frei von Neben- und Lagenschluß.

Bei ungleichen Ausschlägen müssen die Verbindungen mit dem Kollektor gelöst werden, worauf dann die Spulen nach der Schaltung in Abbildung 65 nochmals einzeln zu prüfen sind. Der Widerstand d ist dabei so zu wählen, daß die Voltmeterausschläge des erst an die Klemmen 3 und 4 und dann an die Anschlüsse der Ankerspule 1 und 2 gelegten Gerätes gut ablesbar, das heißt nicht zu klein werden. Bei Vergleich der Ausschläge an den Klemmen 1 und 2 werden sich dann für die verschiedenen Spulen ungleiche Ausschläge ergeben; Die Spulen mit den niedrigsten Ausschlägen haben Lagenschluß, sie müssen abgewickelt und erneuert werden. Sinngemäß ist auch mit den Feldspulen zu verfahren. Einen Kollektor-Nebenschluß stellt man dadurch fest, daß man die Lamellen des von den Ankerspulen getrennten Kollektors ebenso abtastet, wie es für die zusammenfassende Prüfung beschrieben wurde.

Motorbürsten aus Metall bedürfen der gleichen sorgfältigen Behandlung wie ein Kontakt. Bei Kohlenbürsten kommt es sehr auf die Zusammensetzung der Kohle und auf ihre Härte an. Man verwende bei Ersatz daher niemals beliebige, sondern die von der Fabrik verwendeten Kohlenbürsten.

Bei dem Zusammensetzen eines Motors achte man auf feste Verschraubung der Teile, auf gute, gesicherte Federung, besonders der Kohlenbürsten, auf das Einstellen des zulässig höchsten Bürstendruckes und auf richtiges Ölen der Ankerlagerung.

Die hohe Drehzahl des Ankers von Kleinmotoren verlangt die Verwendung eines dickflüssigeren Öles, also von Turmuhröl, das weniger fortgeschleudert wird. Ein Kollektor darf niemals geölt oder eingefettet werden.

Ist eine sogen. „Bürstenbrücke“ vorhanden, die das Verstellen der Bürsten zum Kollektor gestattet, so lasse man den Motor mit seiner natürlichen Belastung laufen (man lasse ihn die Uhr aufziehen) und stelle dabei die Bürsten so ein, daß die geringstmögliche Funkenbildung entsteht, bei möglichst großem Bürstendruck. Selbstverständlich ist es, daß bei der Reparatur die Ankerzapfen und ihre Lager in beste Ordnung gebracht werden.

Instandsetzung von Kurzschlußläufern und Ferrarismotoren

Die Überholung eines Kurzschlußläufers kann nur wenig Arbeit bringen. Neben der etwaigen Instandsetzung der beiden Lager achte man auf eine gute Befestigung der Kurzschlußringe und, wie bei jedem Elektromagnet- und Feldmagnetsystem, auf beste Vernietung der Bleche miteinander. Die geringste Lockerung äußert sich in Geräuschen, die dann durch den ständigen Richtungswechsel der Eisenmagnetisierung im Rhythmus der Periode entstehen.

Die Instandsetzung eines Ferraris-Motors erfordert die besonders sorgfältige Behandlung des Fußlagers. Die Welle der Läuferscheibe endet unten halbkugelförmig, auch kann eine lose Kugel in eine Bohrung eingelegt sein; immer aber besteht das Lager aus einem halbkugelförmig ausgehöhlten Stein, der meistens federnd gelagert ist und manchmal in einer Ölkammer sitzt. Die Politur sowohl des Kugelzapfens wie auch des Steines muß vollendet sein und durchaus mit der Lupe geprüft werden. Hat sie am Kugelzapfen gelitten, so ist sie mit Rot zu verbessern, und jeder schlecht polierte Stein muß ersetzt werden. Die geringe Kraft des Motors (rund 4 cmg) verlangt die Verwendung eines dünnflüssigen Öles. Auch das Halslager ist sorgfältig nachzusehen. Die Läuferscheibe muß unbedingt flach laufen und auf die Mitte des möglichst eng zu haltenden Luftspaltes eingestellt sein. Auch hier ist auf gute Befestigung des Kurzschlußringes zu achten. Der meistens angewendete Schneckenantrieb muß gut gelagert und sein Eingriff richtig eingestellt sein.

5. Die Wicklung

Die Untersuchung einer beliebigen Wicklung auf Körper- und Lagenschluß ist die gleiche, wie sie im Abschnitt 4 dieses Teils für Motoren beschrieben wurde.

Ein Merkzeichen für Lagenschluß bietet weiter das Warmwerden der Spule bei längerem Stromdurchgang. Da dies bei den elektromagnetischen Aufzügen betriebsmäßig nicht eintritt, so mache man eine Probe, indem der Kontakt für die Zeit von mindestens 30 Minuten geschlossen gehalten wird. Wird dadurch eine Spule heiß, so

hat sie Neben- bzw. Lagenschluß; werden beide Spulen heiß, so ist die Wicklung in der Fabrik falsch bemessen, man gibt dann die Uhr zurück. Handelt es sich um eine Starkstromuhr, so entspricht sie nicht den Vorschriften des V.D.E.; die Uhr muß zurückgegeben werden, weil durch den allmählich eintretenden Zerfall der Spule aus dem Lagenschluß ein kurzschlußähnlicher Zustand einsetzt, der Brandgefahr entstehen läßt.

Die Unterbrechung einer Wicklung zeigt sich sofort durch das Aussetzen des Aufzuges. Da es sich bei einem Elektromagneten meistens um zwei, bei Motoren oft um mehr Spulen handelt, so müssen diese einzeln untersucht werden. Man legt die beiden Enden einer Spule in Reihe mit dem Voltmeter und einem oder einigen Elementen. Zeigt sich kein Ausschlag am Meßgerät, so ist die Spule unterbrochen.

Sehr oft wird die Unterbrechung am Ein- oder am Ausgang liegen. Man erkennt dann die Bruchstelle manchmal dadurch, daß man bei eingeschalteter Stromquelle an den Anschlußenden rück- und vorwärts zieht. Hierdurch berühren sich die Bruchenden, was sich am Zeigerausschlag zeigt.

Besteht der Bruch innerhalb der Wicklung, so muß diese abgewickelt und der Draht verlötet sowie an der Lötstelle neu isoliert werden. Die Lötung soll weder mit Lötwasser noch mit Tinol, sondern mittels „Lötröhrchen“ ausgeführt werden. Das ist ein hohler, mit Kolophonium gefüllter, also völlig säurefreier Lötendraht. Die Isolation der Lötstelle stellt man her durch Umwickeln mit dünnem Ölpapier. Sodann wird der Draht wieder sorgfältig auf die Spule gewickelt; das läßt sich in der Uhrmacherwerkstatt ohne weiteres dadurch im Spindelstock des Drehstuhls ausführen, daß die Spule auf einen Holzdorn gesteckt und dieser in die größte Zange gespannt wird, während man am anderen Ende in die Bohrung des Zangenschlüssels eine selbstgefertigte kleine Kurbel einsetzt. Nach dem Wickeln wird das Anschlußende, am besten ein dickerer, umspinnener Draht, angelötet und mit einem Faden auf der oberen Drahtlage festgebunden. Sodann wird das Deckpapier mittels Schreinerleim oder einem Zelluloidkitt (erhältlich in Lederhandlungen) straffsitzend aufgebracht. Nunmehr wird die Spule auf ihren Kern gesetzt, die Anschlußenden werden zu dünnen „Locken“ auf einem Draht aufgewickelt, und die Spule wird an ihre Klemme gelegt, wobei ein gutes Anziehen der Klemmschraube nicht vergessen werden darf.

Sollen Spulen vor Nässe geschützt werden, so bestreicht man sie mehrfach mit einer nicht zu dünnen Schellacklösung.

6. Einzelwinke für die Instandsetzung der verschiedenen Selbstaufzugsuhrn

Continova-Uhr (Abbildung 13; Seite 30)

Sie zeigt das Bemerkenswerte, daß der Kontakt *D—G* ein Wolfram-Kontakt ist, der unter kräftigem Druck arbeiten muß, wenn der Arm *C* von der Zahnspitze abfällt. Somit müssen die beiden kurzen Wickelfedern gut angespannt sein. Außerdem ist auf die gute Verschraubung der beiden Stromzuführungslitzen zu achten, und sie sind in eine solche Form zu biegen, daß sie die Bewegung der Kontaktarme möglichst wenig hemmen. Die beiden Kontaktbleche *K* sind so zu biegen, daß sie sich mit gutem Kontakt an die Anschlußstücke des Gehäuses anlegen.

Novochron-Uhr (Abbildung 14; Seite 32)

Der Röhrenhalter ist bei eingeschraubtem Werk und lotrecht hängendem Gehäuse derartig einzustellen, daß die Röhre kurz vor der tiefsten Ankerstellung ihren Kontakt schließt. Auch bei dieser Uhr ist auf das zweckentsprechende Biegen der Zuführungslitze Wert zu legen.

Elektrozeit-Starkstromuhr (Abbildung 15; Seite 33)

Für sie gilt das über die Novochron-Uhr Gesagte, besonders hinsichtlich der Biegung der beperlten Stromübertragungslitzen, die ziemlich steif sind.

Aufzug Aron (Abbildung 16; Seite 34)

Belag und Stift des Kippkontaktes *C* bestehen aus Feinsilber. Beide sind kräftig ausgeführt und daher meistens nur nachzufeilen und zu glätten. Die feine Stromübertragungs-Feder von dem rechten Anschlußwinkel zum Kontakt läßt sich nur durch einen Ersatz aus der Fabrik ersetzen. Die Zugfeder *F* ist stromführend, sie muß gut verschraubt sein. Die Stellung des Ankers zum Kontakt ist unveränderlich; sie ändert sich nicht durch Zerlegen und Zusammensetzen des Aufzuges. Die Kippfeder des Kontaktes muß genügend gespannt sein.

Jundes-Aufzug für Stiluhren (Abbildung 17; Seite 35)

Dieser Aufzug hat den Kippkontakt wie der Aronsche, aber einen Belag aus Wolframmetall; sein Kontaktdruck muß ziemlich erheblich sein. Deshalb bedarf die Feder der Kippstange *B* einer genügenden Spannung. Der zur Ankeranzug-Stellung passende Zeitpunkt der Kontaktöffnung ist abhängig von dem Befestigungspunkt des Führungsklorens der Kippstange *B*.

Elektrozeit-Schwachstromuhr (Abbildung 18; Seite 37)

Der Anker hat eine komplizierte Form und Lagerung. Eine besondere Sorgfalt ist geboten hinsichtlich der Vermeidung von Streifungen bei engem Luftspalt. Auf die richtige Einstellung des Kontaktarmes *KI* zwecks Einhaltung der geeigneten Ankerstellung bei Kontaktöffnung muß Bedacht genommen werden, wie auch auf die geeignete Spannung der Feder *SF*.

Elektromat-Uhr (Abbildung 20; Seite 38)

Es ist besonderer Wert auf ein hochwertiges Kontaktmaterial für niederen Schwachstrom zu legen, damit durch die mit dem langsamen Kontaktschluß verbundene Funkenbildung nicht eine baldige Betriebsstörung entsteht. Das geeignete Metall ist Platin-Iridium. Die Kontaktschraube *d* muß derartig eingestellt werden, daß der Kontaktschluß bei einer Ankerstellung erfolgt, die den Ankeranzug auch noch bei ziemlich entladener Batterie sicherstellt.

Supremo-Uhr (Abbildung 21; Seite 39)

Sie weist keine Besonderheiten auf; ihre Kontakteinstellung ist die gleiche wie die anderer Systeme.

Möller-Uhr (Abbildung 22; Seite 40)

Auch diese Uhr erfordert die gleiche Kontaktstellung zur Ankerstellung wie jeder Aufzug mit magnetgesteuertem Kontakt. An dieser ältesten in Privatkreise gekommenen Einzeluhr hat der Fachmann das „Summen“ des Kontaktes kennengelernt, das oft als ein Kontaktfehler beurteilt wird, ohne es zu sein. Dieses Summen ist ein Vibrieren des Ankers, das sich durch das Beschweren mit Gewichten verstärkt, weil durch sie die Amplitude der Schwingungen vergrößert und daher die sekundliche Schwingungszahl verkleinert wird.

Das Summen tritt regelmäßig dann ein, wenn die Batterie so weiterschöpft ist, daß der Anker nicht mehr genügend weit angezogen wird, um die Kontaktöffnung herbeizuführen. Dann fällt der Anker zurück und wird abermals angezogen. Durch weitere Erschöpfung der beiden Elemente kommt es dann schnell so weit, daß der Kontaktstift nur noch eben die Nase des Kontaktarmes berührt und wieder abfällt — das Summen ist da.

Im besonderen ist bei der Möller-Uhr darauf zu achten, daß das Isolierstück *J* von seiner Feder genügend an den beweglichen Kontaktteil *H* gedrückt wird, und daß die Höhenlage dieses Kontaktteiles zu dem Kontaktstift *S* genau eingestellt ist. Die Zugfeder *F* dieser Uhr ist sehr sorgfältig hergestellt, sie sollte auch entsprechend behandelt werden.

Aufzug Riefler (Abbildung 24; Seite 42)

Die Einfachheit, Übersichtlichkeit und genaue Ausführung dieses Aufzuges macht Instandsetzungen zur Seltenheit und einfach. Nach einer Reinigung ist die Feder f so einzustellen, daß die mittels des Widerstandes R dauernd auf 4 Volt erhaltene Betriebsspannung den Anker h mit Sicherheit anzieht.

Assa-Uhr (Abbildung 25; Seite 43)

Der Dauermagnet dieser Uhr ist durch seinen Anker genügend eisengeschlossen, so daß ein Nachlassen des Kraftflusses nicht zu befürchten ist. Die wunde Stelle dieser Bauart liegt in der sehr kleinen Amplitude der Ankerbewegung, die bei einem geringen Verschleiß der Zähne des Transportrades oder einem unbedeutenden Auslaufen der Ankerlagerung Störungen des Aufzuges herbeiführen kann. Eine Instandsetzung muß sich daher ganz besonders auf die sorgfältige Überholung des Ankerrades und der Fortschaltklinke nebst den Zähnen des Schaltrades richten.

Electora-Uhr (Abbildungen 26 bis 28; Seite 46)

Der Motor dieser Uhr mit Kurzschlußläufer ist im Abschnitt 4 behandelt. Eine Besonderheit ist die der Kontaktsteuerung dienende *Wander Mutter*, deren richtige Einstellung auf die Steuerarme des Kontaktes oder umgekehrt durch den praktischen Versuch leicht gelingt. Im übrigen liegen normale Verhältnisse vor.

Heliowatt-Uhr mit Universalmotor (Abbildung 29; Seite 49)

Der Kollektor-Hauptstrommotor erfordert besondere Aufmerksamkeit in bezug auf die selbsttätige Einnahme der Anker-Ruhestellung. Die Federung des in einem der vier Teile des Stellrades p liegenden Sperrarmes muß daher so kräftig sein, daß seine Spitze nach der Stromabschaltung mit Sicherheit den Anker in die gezeichnete Lage drückt. Hiervon hängt die Motor- und Anlauficherheit ab.

Weiter ist auf die passende Stellung der *Wander Mutter* zum Federablauf zu achten, damit der Stift l den Schalthebel dann nach links dreht, wenn die Zugfeder noch nicht ganz aufgezogen ist. Der Stift n darf die rechte Motorbürste nicht so weit abheben, daß ihre Federung leidet. Die Abbildung zeigt deutlich die typische Schaltung eines jeden Hauptstrommotors: Die Feldspule liegt in Reihe mit den Bürsten und damit den Ankerspulen. Eine Umkehrung der Motor-Drehrichtung erreicht man durch Vertauschen der Anschlußleitungen.

Als „Allstromuhr“ hat diese Uhr den besonderen Vorteil, ohne Umschaltung sowohl für 220 Volt Wechselstrom als auch für 110 Volt

Gleichstrom, und durch Umschaltung auch für 220 Volt Gleichstrom brauchbar zu sein. Für die Umschaltung ist eine gekennzeichnete dreipolige Lüsterklemme vorgesehen; man achte also sehr darauf, die Anschlußdrähte richtig einzuführen. Das Zeichen „=“ auf einer Klemme bedeutet den Anschluß an Gleichstrom, das Zeichen „∞“ gilt für Wechselstrom.

Magneta-Aufzug (Abbildungen 30 bis 32; Seite 51)

Der Motor dieses Aufzuges ist kräftig; seine Bauart ist von der Stromart des Netzes abhängig, in dem er arbeiten soll. Die Kreuzwelle eines Differentialgetriebes treibt ein Rad mit Stiften 39 an, die über ein Hebelsystem bei der Stromunterbrechung eine Isolierrolle zwischen die Kontaktfedern 29 treibt und sie für den Stromschluß wieder entfernt. Dieses Hebelsystem muß so eingestellt sein, daß die Federn 29 plötzlich und kräftig geschlossen und geöffnet werden.

Ferramo-Uhr (Abbildung 33; Seite 54)

Die Instandsetzung des diese Uhr antreibenden Ferraris-Motors ist in Abschnitt 4 dieses Teils beschrieben. Die Wandermutter muß wie stets so eingestellt werden, daß der Motor noch vor dem völligen Aufzug der Feder abgebremst wird.

Heliowatt-Uhr mit Ferrarismotor (Abbildung 34; Seite 55)

Diese Uhr arbeitet genau so wie die von Bäuerle; nur ist anstatt der Wandermutter ein Sperrrad vorgesehen, das über eine Klinke den Bremshebel betätigt und damit die Aufzugsperioden begrenzt. Der Bremshebel ist also richtig einzustellen.

Schröder-Uhr (Abbildung 35; Seite 56)

Ihr Ferraris-Motor wird allstündlich durch einen Kontakt ein- und abgeschaltet. Dessen Einschaltung erfolgt allmählich durch eine Wandermutter; folglich ist der Kontaktbelag in beste Verfassung zu bringen. Die Wandermutter soll auf den Federablauf richtig eingestellt sein; der Hebel 12 muß den Hebel 13 mit Sicherheit zur Auslösung bringen, damit der Kontakt plötzlich unterbricht.

Siemens-Zimmeruhr (Abbildungen 36 und 37; Seite 57)

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Aufzugssperre nach Abbildung 37, die den Ferraris-Motor nur alle fünf Stunden zum Aufziehen freigibt, ihn aber zu den sonstigen Zeiten mechanisch bremst. Die gekröpfte Nase des Hebels *w* soll, wenn dieser durch den Hebel *H* gesperrt ist, sich gegen einen der sechzehn in der Platine befestigten

Stifte legen können, um dadurch den Motor abzustoppen. Außerdem muß das *Stellungsrad s* derartig eingestellt sein, daß sein Stift die Nase *e* des Sperrhebels *h* rechtzeitig, das heißt nach dem Ablauf eines Federunganges, nach unten drückt und dadurch die Nase des Hebels *w* und den Motor wieder freigibt.

Engel-Uhr (Abbildung 38; Seite 59)

Außer einer Instandsetzung der Läuferlager des Ferraris-Motors werden die Ankerstifte *FS* nach längerem Gehen der Erneuerung bedürfen; auf eine tadellose Beschaffenheit der Pendelfeder, als Träger des mit der Pendelstange verbundenen Ankers, wird größter Wert zu legen sein.

Elektronom-Uhr (Abbildungen 39 und 40; Seite 60)

Die Instandsetzung der als Hauptuhr mit und ohne Schlagwerk ausgebildeten Werke bietet dem Uhrmacher ebenso wenig Schwierigkeiten wie der einfache Kontakt. Zerstörte Kompressorlampen wie ebenso Luftpumpen müssen durch neue ersetzt werden, undichte Kondensdosen und Gummileitungen kann man abdichten.

Es ist allerdings eine mühselige Arbeit, die undichten Stellen zu finden; sie kann durch ein feines Ohr bei besonderer Geräuschlosigkeit der Umgebung stark unterstützt werden. Das Abdichten geschieht wie bei Fahrrad-Luftschläuchen nach vorheriger gründlicher Säuberung der Klebstellen mittels Benzin durch mit Gummilösung zweimal bestrichene, dünne Gummipflaster.

Elektronom-Nebenuhren (Abbildungen 41 und 42; Seite 62)

Die Bauart für Uhren mit Draht- und mit Schlauchanschluß ist die gleiche; nur kommt für die elektrisch angeschlossenen noch die Kompressoranlage hinzu. Bei passender Einstellung des Schaltklinkenhebels zu dem Luftpumpenhub und genau lotrechter Aufhängung, die für die Rückführung des Pumpenkolbens wichtig ist, wird der Schaltvorgang ein regelmäßiger sein.

Henker-Neuelektro-Uhr (Abbildungen 43 und 44; Seite 64)

Infolge der nicht unerheblichen Beschwerung der Unruhwellen wird die *Abnutzung der Körnerspitzen und Körnerschrauben* ungewöhnlich hoch sein, sie ist natürlich bei einer Instandsetzung zu beseitigen.

Auch der *Kontaktstift 11* und die Fläche des Armes *16* sowie die linksseitige Isolierung werden der Ausbesserung bedürfen. Die Spiralfeder muß auf der Unruhwellen einen derartigen Sitz haben, daß das Anzugsmoment, das die Polschuhe des Magneten *1* auf die Spule bei Kontaktschluß ausüben, den größten Wert hat und dadurch der Unruh

den stärksten Antrieb erteilt. Hinsichtlich des Transports des Schalt-
rades 15 durch den Schaltarm 13 ist die Uhr nicht unabhängig von der
lotrechten Stellung.

Kraftregler der Optima-Uhr (Abbildungen 55 und 56; Seite 75)

Die Einstellung und etwaige Instandsetzung erfordert die Fähigkeiten
des geübten Feinuhrenmachers. Das regelmäßige Arbeiten der Vorrich-
tung erfordert besonders die feste Verschraubung des Reg-
lerrahmens A und dessen genaue Zentrierung zur Ankerradmitte.
Arbeitet die Uhr mit Überkraft, so daß der Regler C von einem der
Klötzchen a zum andern springt, daß also kein Klötzchen übersprungen
wird, und daß die Sprungabstände einigermaßen regelmäßig sind, so ist
der Rahmen A zentriert befestigt.

Der Regelbereich soll so weit nach unten wie möglich ein-
gestellt sein, d. h. es soll möglichst die ganze Gangreserve von ihm erfaßt
werden. Zu dem Zweck läßt man die Uhr ablaufen und zieht sie dann
von Hand (durch Auf- und Abbewegen des Magnetankers) so weit auf,
daß die Unruh $1\frac{1}{4}$ Umgang schwingt. Ist in dieser Aufzugstellung die
Zugfeder nur zu einem kleinen Teil abgelaufen, so liegt der
Fabrikfehler vor, daß die Feder für die Uhr zu schwach ist, um bei
guten Unruhschwingungen die Gangreserve für die Kraftregulierung aus-
zunutzen. Liegt dieser Fehler vor, so bliebe weiter noch zu untersuchen,
ob eine eingesetzte stärkere Feder von dem elektrischen Aufzug noch
normal aufgezogen wird.

Ist also die Zugfeder von passender Stärke und so weit aufgezogen,
daß die Unruh $1\frac{1}{4}$ Umgänge schwingt, so soll der Kraftregler ganz
leicht arbeiten. Man stellt dies mit dem Ohr dadurch fest, daß
man in unregelmäßigen, größeren Pausen ein leichtes Anschlagen des
Reglers C an eines der Klötzchen hört. Tritt dieses Geräusch nicht auf,
so arbeitet der Regler nicht. Dann muß man mittels zweier Kornzangen
(im zerlegten Zustande des Reglers) die Regelfeder F etwas zusammen-
biegen. Man achte aber darauf, daß sie in ihrer Ebene nicht verbogen
wird, damit sie nach dem Einsetzen frei in dem rechten Schlitz des
Klobens B spielt. Diese Einstellung der Regelfeder macht dem Taschen-
uhrmacher gewiß keine Schwierigkeiten; er wird höchstens für den
ersten ihm vorkommenden Fall den Regler einige Male zerlegen müssen,
bis er den Grad der Spannung „heraus“ hat.

Ist die Gangreserve wie vorstehend beschrieben in den Regelbereich
gebracht worden, so arbeitet der Regler dauernd, und die Uhr wird
fast wie eine Präzisionsuhr gehen. Das regelmäßige Aufschlagen des
Reglers an die Klötzchen verlangt dann aber auch ein leichtes Ölen der
Klötzchen mit Gangöl.

Eine etwa gebrochene Regelfeder F macht man nicht selbst,
sondern man läßt sie von der Fabrik kommen.

Für die Reparatur der Optima-Uhr noch besondere Erklärungen zu geben, wird sich bei der Einfachheit der Bauart und unter Berücksichtigung der für ganz ähnliche Magnetsysteme und Kontakte bereits gegebenen Hinweise erübrigen.

Möller-Schlagwerkuhr (Abbildungen 57 und 58; Seite 80)

Es ist besonders auf leichten Lauf des den Schlagwerkkontakt *F* betätigenden Radsatzes zu achten. Die den Rechen IV abwärts ziehende Schraubenfeder ist dann maßgeblich für die Zeitfolge der Hammerschläge einerseits und für das gesicherte Durchziehen des Laufwerkes andererseits. Eine zu starke Spannung der Schraubenfeder würde das Gehwerk unnötig belasten.

Der elektrische Hammerhub wird dann gut arbeiten, wenn die Feder *S* auf die Batteriespannung passend einreguliert ist.

Elektric-Uhr (Abbildungen 59 und 60; Seite 82)

Reparatur und Einstellung des einfachen Kontaktes bereitet keine Schwierigkeiten, wohl aber ist der Kollektor-Motor (siehe Abschnitt 4 dieses Teils) mit großer Sorgfalt zu behandeln. Er ist mit zwei Bürstenpaaren versehen, die das Entstehen eines Totpunktes verhindern sollen. Der Druck dieser vier Bürsten auf den Kollektor ist so kräftig wie möglich einzustellen, ohne daß aber der aufziehende Motor bei der für die Uhr festgesetzten Mindestspannung von 2,2 Volt seine Drehzahl verringert oder nicht anläuft. Für eine entsprechende Prüfung muß man also zwei Trockenelemente in Reihe mit einem Widerstand von geeigneter Größe nach Abbildung 65 mit den Anschlußklemmen der Uhr verbinden und das Voltmeter an die Motorklemme legen. Es ist dann ein Widerstand zu verwenden von einer solchen Größe, daß das Voltmeter auf 2,2 Volt ausschlägt. Der Kollektor muß von tadelloser Beschaffenheit sein.

Die den Motor mit dem Windfang verbindende Kette wird durch den Gebrauch allmählich länger. Es ist zwecklos, die Kette kürzen zu wollen; man muß eine neue bestellen oder gegebenenfalls von einer Spezialfirma anfertigen lassen. Die Selbstanfertigung verlangt die Verwendung eines wirklich harten Messingdrahtes, der über einen dünnen Stahldraht im Drehstuhl gewickelt wird. Dieser Stahldraht erhält vorn einen etwas dünneren Zapfen, so daß die letzten Umgänge beim Wickeln um soviel im Durchmesser schwächer werden, daß sie in das andere Kettenende oben hineingeschraubt werden können. Diese Verbindungsstelle muß kurz sein und mit sehr wenig leichtfließendem Zinn derartig verlötet werden, daß der Draht nicht weich wird. Diese Arbeit erfordert einige Übung.

Die Gehwerk-Zugfeder wird vom Schlagwerk regelmäßig wieder aufgezogen; sie ist mit dem Federhaus über eine Rutschkupplung

verbunden, damit ein beliebiges Nachschlagenlassen ermöglicht ist. Die Kupplungsfeder muß derartig eingestellt, d. h. gebogen sein, daß sie erst bei fast völligem Federaufzug ihre Tätigkeit beginnt. Die Prüfung muß im zerlegten Zustande der Uhr an dem Federhaus unmittelbar vorgenommen werden.

Wird die Uhr über ein Netzanschlußgerät (Trockengleichrichter) nach Abbildung 60 an das Wechselstromnetz gelegt, so ist mit dem Voltmeter die Spannung an den Klemmen des Gleichrichters zu prüfen. Bleibt die Spannung aus, oder ist sie zu gering, so muß der Gleichrichter völlig ersetzt werden; denn eine Reparatur ist nicht möglich.

Dolektra-Uhr (Abbildung 61; Seite 84)

Die Verwendung geeigneter, von der Fabrik bezogener Kohlenbürsten und deren gute Einstellung ist Hauptbedingung für das betriebssichere Arbeiten des Motors und daher der Uhr. Ist ferner die Wandermutter zum Federablauf passend einreguliert und der Kontaktdruck genügend kräftig, so sind weitere besondere Maßnahmen für die Instandsetzung nicht zu beachten.

Bei der Inbetriebsetzung der Uhr denke man daran, daß die Uhr nachts aufziehen soll, um das Motorgeräusch nicht störend wirken zu lassen. Man muß also die Zeiger auf die Tagzeiten nachträglich einstellen.

Cotna-Uhr (Abbildungen 62 und 63; Seite 85)

Vor dem Zerlegen dieser Uhr prüfe man alle ihre verschiedenen Schaltungen und Arbeiten durch, um sich über die Bestimmung jedes Einzelteiles klarzuwerden. Die Instandsetzung des Ferraris-Motors ist aus den früheren Abschnitten genügend bekannt, das Einstellen der Wandermutter auch.

Es ist besonders zu prüfen, ob die Wecker-Kurvenscheibe den Wecker-Schwachstromkontakt richtig ein- und abschaltet, ob der Hammer oder Summer den Lichtschalter einschaltet, und ob der Licht-Handschalter arbeitet. Die Arbeitsweise dieser Uhr ist von recht vielen Einzelteilen abhängig, so daß eine besondere Sorgfalt für deren richtige Arbeit und Einstellung erforderlich wird.

Autouhr (Abbildung 64; Seite 86)

Diese Uhr ist hinsichtlich des Aufzuges und der Kontaktvorrichtung von größter Einfachheit. Die Ankerbegrenzungsschraube S muß so eingestellt sein, daß auch eine halb erschöpfte Akkumulatoren-Batterie (von meistens 6 Volt) den Anker A noch zum vollen Anzug bringt. Es ist zu bedenken, daß der Spannungsunterschied zwischen einer Akkumulatorenzelle im geladenen und entladenen

Zustande ein viel geringerer ist als der zwischen einem frischen und einem erschöpften Element. Die hochgeladene Akkumulatorenzelle hat eine Spannung von 2 bis 2,1 Volt, die entladene von 1,80 Volt. Die Spannung einer 6-Volt-Batterie beträgt also geladen höchstens $3 \times 2,1 = 6,3$ Volt und entladen $3 \times 1,8 = 5,4$ Volt. Wird die Batterie tiefer entladen, also nicht sofort wieder aufgeladen, so verderben die Platten. Die Verwendung von Akkumulatoren bringt mithin die große Annehmlichkeit eines zwischen Ladung und Entladung bestehenden geringen Spannungsunterschiedes, der den Aufzug günstig beeinflußt.

Die Schraube *S* ist also so einzustellen, daß die Uhr bei einer dreizelligen Batterie noch mit 5 Volt sicher aufzieht. Die Prüfung erfolgt, wie bereits ausgeführt, mit der Schaltung nach Abbildung 65. Es ist darauf zu achten, daß die Schraube *S* sich nicht durch Erschütterung, die der Anker beim Aufzug erleidet, verstellen kann. Der Kontakt *H* muß in bester Ordnung sein, um der Wirkung des langsamen Einschaltens nach Möglichkeit zu begegnen.

Die *J u n d e s - A u t o - U h r* entspricht den üblichen „Continova“-Uhren (Abbildung 13) bzw. den gangreservelosen Stiluhren dieser Firma (Abbildung 17). Hier gilt also sinngemäß das gleiche wie in den betreffenden Abschnitten (vgl. Seite 99).

Allstromuhren (Seite 87)

Eine Instandsetzung dieser Uhren ist stets unter Berücksichtigung ihrer Sonderbauart auszuführen; es sei nur einiges über die Verschiedenheit der Stromarten und Spannungen bzw. über die Betriebssicherheit der Uhren bei diesen verschiedenen Speisungen mitgeteilt.

Wenn der Uhrmacher Allstromuhren führt, so muß er sich mindestens an einem Muster ü b e r z e u g e n, daß dieses bei Gleichstrom und Wechselstrom der vorgesehenen Spannungen auch einwandfrei arbeitet. Ist sein Wohnort an ein Drehstromnetz angeschlossen, so stehen ihm allgemein die Wechselstromspannungen 380 und 220 Volt zur Verfügung, in selteneren Fällen führen ältere Netze 220 und 127 Volt Wechselstrom. Im Elektrizitätswerk kann er also stets zwei von diesen Spannungen haben, allerdings kommen 380 Volt für Uhren niemals in Anwendung, wohl aber 220 und 127 Volt; der letzte Wert ist für 120 und für 130 Volt brauchbar. Führt aber das Ortsnetz Gleichstrom, so wird in fast allen Fällen ein Dreileiternetz mit den Spannungen von 110 und 220 Volt vorhanden sein, von denen die 110 Volt auch gleich 120 Volt zu setzen sind. Das heißt also, daß eine Uhr, die für 110 Volt Gleichstrom gewickelt ist (Bezeichnung „= 110 V“) auch in Netzen von 120 Volt brauchbar ist und eine für Wechselstrom 120 Volt (Bezeichnung „ ∞ 120 V“) gewickelte Uhr auch in Netzen mit 127 Volt eingeschaltet werden kann.

Fehlt nun einem Uhrmacher für die Prüfung einer Allstromuhr der Wechselstrom, weil seine Stadt noch ein eigenes Gleichstromnetz besitzt, so geht er am besten mit der Uhr in das nächste Dorf, welches an ein Überlandnetz angeschlossen ist, und prüft sie dort. Fehlt einem Uhrmacher dagegen der Gleichstrom, so kann er diesen im Elektrizitätswerk haben, da die Drehstromwerke den Gleichstrom von 220 Volt für Überwachungszwecke benötigen und eine eigene Akkumulatorenbatterie besitzen.

Die Prüfung soll sich über einen mindestens einstündigen Zeitraum ausdehnen.

IX. Die Instandsetzung von Uhren mit elektrischem Pendel

1. Das Uhrwerk

Bei diesen Uhren ist das Werk auf die Zeigerräder und einen mit ihnen verbundenen Schaltklinken-Antrieb, der meistens auf das Sekundenrad einwirkt, zusammengeschrumpft, weil nicht wie bei mechanischen Uhren das Werk das Pendel, sondern umgekehrt das Pendel die Zeiger antreibt. Daher kann das Werk sehr zart ausgeführt sein, und es muß es sein, um dem Pendel eine möglichst geringe Arbeit durch die Fortschaltung der Räder aufzubürden.

Nach dieser Richtung sind Werk und Schaltvorrichtung bei Instandsetzungen zu behandeln; die Zapfen und die zugehörigen Löcher sind ebenso wie die Schaltklinken von jeder überflüssigen Reibung zu befreien und mit dünnflüssigem Öl zu ölen, wenn das Ölen überhaupt angebracht ist, was nicht immer zutrifft.

2. Der Pendelantrieb

Antriebsweg und Kontaktgabe müssen zeitlich derartig aufeinander abgestimmt sein, daß der Antrieb möglichst im Schwingungsmittelpunkt einsetzt, da er im Augenblick der höchsten Geschwindigkeit das Pendel am wenigsten stört. Es ist daher erforderlich, den Kontaktschluß derartig einzustellen, daß er so weit wie möglich mit dem Durchgang des Pendels durch die Lotrechte zeitlich zusammenfällt.

Bei Uhren mit an der Pendelspitze angebrachtem Dauermagnet ist dessen Magnetismus zu prüfen, da der Magnet ohne Eisen-schluß ist und er nur dann gleichmäßig bleibt, wenn für seine Herstellung bester Magnetstahl (Kobaltstahl) verwendet wurde.

Eine Neumagnetisierung wird derartig durchgeführt, daß man den Magneten mit gewöhnlichem Klingeldraht umwickelt in soviel Windungen, wie man aufbringen kann. Je ein Ende der Wicklung hält man dann für die Zeit von 20 bis 30 Sekunden an die Pole einer Akkumulatoren-batterie von einer Spannung mit 4 bis 8 Volt. Der Anschluß kann ohne Berücksichtigung der Polarität bzw. der „Ampereschen Schwimmerregel“¹⁴⁾ erfolgen, da der Magnet sich bei falschem Anschluß ohne weiteres umpolt. Tritt eine Umpolung ein, so muß allerdings das

¹⁴⁾ Siehe Kesseldorfer, Grundbegriffe der Elektrotechnik, Seite 60.

Element oder die Batterie der Uhr gegen früher entgegengesetzt angeschlossen werden.

3. Der Kontakt

Die Kontakte elektrischer Pendel sind einfachste **D r u c k k o n t a k t e** mit **P l a t i n - I r i d i u m b e l a g**. Ihre Öffnungsweite kann sehr gering bleiben. Man muß sie besonders darauf hin untersuchen, daß sie, außer dem Kontaktdruck, einen sehr geringen Reibungsverlust verursachen.

4. Einzelwinke für die verschiedenen Uhren mit elektrischem Pendelantrieb

Hippscher Kontakt (Abbildung 45; Seite 66)

Im Bild steht das Pendel im Kontaktschluß. Schwingt das Pendel weiter nach rechts, so fällt die Wippe *f* von dem Pendelklötzchen *c* ab, und die Federn *e* und *g* legen sich auf die Spitzen der beiden Schrauben des linksseitigen Klobens. Die rechte dieser beiden Schrauben endigt in einem Isolierstift.

Solange der Kontakt geöffnet ist, die Kontaktfedern also auf den Schrauben aufliegen, besteht eine geschlossene Strombahn für die Wicklung des Pendel-Elektromagneten, da ein Ende derselben mit der rechts sichtbaren Klemmschraube und dadurch mit der Kontaktfeder *e*, das andere Ende mit der linken der beiden Schrauben des Ruheklobens verbunden ist. Nun sind die beiden Ruheschrauben zu den Kontaktfedern so eingestellt, daß in dem Augenblick, wenn die Feder *e* sich auf die linke Schraube legt, der Kontaktschluß noch besteht und erst kurz nach diesem Auflegen der Kontakt zwischen den Federn *e* und *g* unterbrochen wird. Somit findet der im Augenblick der Kontaktunterbrechung in der Spule entstehende zusätzliche Strom einen geschlossenen Weg; der Kontakt arbeitet funkenfrei. Bei Instandsetzungsarbeiten muß diese Einstellung sorgfältig durchgeführt werden.

Es entsteht durch diese Anordnung gleichzeitig bei jedem Kontaktschluß und bei jeder Kontaktöffnung ein **k u r z z e i t i g e r B a t t e r i e - K u r z s c h l u ß**, ebenso wie bei den Hauptuhrkontakten für Zentraluhrenanlagen (siehe Band III), der mittels eines **W i d e r s t a n d e s** in unschädlichen Grenzen gehalten wird.

Das Pendelklötzchen *c* ist verstellbar. Je weiter man es nach rechts verschiebt, desto größer wird der Pendel-Schwingungsbogen, und in je engeren Zeitabständen folgen sich die Kontaktschlüsse.

Ato-Uhr (Abbildung 47; Seite 67)

Die sich aus der Abbildung schon ergebende große Einfachheit dieser Uhr sowie die außerordentliche Kleinheit der wirkenden Kräfte be-

schränken eine Instandsetzung auf die sorgfältige Reinigung der Fortschalt- und Kontaktteile. Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Zähne des Schaltrades *1*, die Hubrolle *H* und die Kontaktteile *K* (zwei Röhrchen aus Gold, die auf je einer Feder sitzen) nebst einem ebenfalls auf einer Feder befestigten Platinröhrchen *Pt*. Es wird empfohlen, diese Teile mit einem zugespitzten, trocken in Rot getauchten Putzholz gut zu polieren und nachher in Benzin oder Äther sorgfältig zu reinigen.

Die Zapfen werden mit dünnflüssigem Öl nur leicht geölt. Die Zähne des Schaltrades *1* und die Hubrolle *H* dürfen nicht geölt werden; die Verbindung des Öles mit Staub würde eine klebrige Masse ergeben, die das Abgleiten der Zähne von der Rolle zeitlich verzögert. Hierdurch tritt dann eine zeitliche Verzögerung der Kontaktgabe, also eine Pendel-Antriebsverzögerung ein, die ein Stehenbleiben der Uhr bedingt, weil der Dauermagnet von dem Magnetismus der Spule festgehalten wird.

Das Einstellen der einzelnen Teile erfordert Sorgfalt. Erstens ist die Stromübertragungs-Spiralfeder *J* nicht in Spannung zu versetzen, damit diese den Fall des Kontakthebels *W* nicht beeinflußt. Zweitens sind die beiden Kontaktfedern *F* nur so stark zu spannen, daß die Kontakt Röhrchen *K* mit ganz leichtem Druck auf ihrer Auflage liegen. Drittens ist der Schalthebel *S* durch die Schraube *R*₂ so einzustellen, daß er das Schaltrad *1* so weit herumführt, daß der nächste Zahn mit Sicherheit von der Hubrolle *H* abgleitet; dabei ist darauf zu achten, daß der Schalthebel *S* über den nächsten Zahn des sich drehenden Rades *1* frei hinweggeht. Viertens muß der Schalthebel *S* durch die Schraube *R*₁ derartig eingestellt werden, daß im Augenblick der Kontaktunterbrechung der Pendelanker (der Dauermagnet) weniger als die Hälfte der Spulenlänge in die Spule eingeschwungen ist. Sollte sie bei der Kontaktunterbrechung um mehr als die Hälfte der Spulenlänge in die Spule eingedrungen sein, so würde eine magnetische Bremsung des Pendels eintreten, welche die Regulierfähigkeit der Uhr zerstört. Es ist nicht empfehlenswert, den Kontakt so einzustellen, daß der Kontaktschluß bereits in der Umkehrstellung des Pendels beginnt, sondern der Antrieb soll so weit wie möglich auf die Schwingungsmittellinie gelegt werden. Das kann nur dadurch geschehen, daß man nicht den Kontaktschluß, sondern die Kontaktöffnung zur Pendellage festlegt.

Die Kontaktdauer der Uhr beträgt nicht, wie von anderer Seite angegeben, nur einige hundertstel Sekunden, sondern nach einem Oszillogramm 13 hundertstel Sekunden. Der Stromverbrauch hat nicht den Mittelwert von 0,0012 Ampere, sondern bei dem hohen Widerstand der Spule mit 2500 Ohm von 0,00052 Ampere und bei dem niedrigen mit

1250 Ohm von 0,00104, im Mittel also von 0,00078 Ampere, eine mittlere Klemmenspannung des Elementes von 1,3 Volt angenommen.

Calora-Uhr (Abbildung 48; Seite 68)

Eine etwaige Instandsetzung der Uhr wird sich besonders auf die langsam aus- und einschaltenden Kontakte sowie auf den Ersatz des gealterten Heizfadens zu erstrecken haben. Außerdem wird die Spannung des Stahldrahtes h in Abhängigkeit von der Länge des Seidenfadens i zu dauernden Regulierungsschwierigkeiten führen.

Schortt-Uhr (Abbildungen 49 und 50; Seite 70)

Diese komplizierte Präzisions-Pendeluhr untersteht der dauernden Wartung von Wissenschaftlern; ihre Instandsetzung und Feinstellung ist nicht eine Angelegenheit des Uhrmachers.

W.-Z.-Uhr (Abbildungen 51 bis 54; Seite 72)

Eine Überholung dieser Uhr wird sich in erster Linie auf das Nachmagnetisieren des Dauermagneten der Hauptuhr und auch der Nebenuhren zu erstrecken haben. Diese Arbeit wurde bereits im Abschnitt 2 dieses Teiles beschrieben. Weiter kann die Schraube b (Abbildung 51) durch den Stein des Armes A eingeschlagen sein, wie auch die Schubklinke des Ankers M (Abbildung 53) der Abnutzung unterworfen ist.

Für das Einstellen der Teile nach dem Zusammensetzen ist folgendes zu beachten:

Der federnde Teil F des Gewichtshebels H darf diesen Hebel weder nach oben noch nach unten drücken. Legt man das Werk mit dem Zifferblatt nach unten flach auf den Tisch, so muß sich der Hebel H selbsttätig in die in Abbildung 51 dargestellte Lage einstellen.

Liegt der Stein des Ankerarmes A zwischen der Schraube b und dem Stein a , so muß die Kontaktschraube L 0,3 mm von dem Hebel H entfernt sein.

Das eingehängte Pendel soll in seiner Ruhelage über den Stein T und die Stange S den Hebel H so weit gehoben haben, daß der Ankerarm A eben zum Abfall auf seiner Lage zwischen a und b kommt.

Das Gewicht des Ankers M (Abbildung 53) soll den Anker so ausgleichen, daß er mit nur wenig Übergewicht bei Stromunterbrechung abfällt.

Die Pendelfeder muß sowohl an der Pendelstange wie auch an der Aufhängung sehr fest verschraubt sein.

Die Stange S ist so zu biegen, daß ihr unteres Ende genau auf den tiefsten Punkt der Steinpfanne T stößt.

X. Der Stromverbrauch der elektrischen Einzeluhren

1. Starkstromanschluß

Den in Geldwert umgerechneten geringsten Stromverbrauch aller Aufzüge hat der mit einem vom Magnetanker gesteuerten Kontakt versehene elektromagnetische Aufzug, wie er in zahlreichen Selbstaufzugsuhrn als Schwingankersystem oder mit Topfmagnet zur Anwendung kommt. Die Ursache ist die diesem System eigene sehr kurze Kontaktdauer von im Mittel 0,10 Sekunden, die auch dem elektrischen Pendelantrieb eigen ist. Unter sonst gleichen Voraussetzungen ist weiter noch der Starkstrombetrieb erheblich billiger als der durch Elemente oder Akkumulatoren, abgesehen davon, daß der Elementbetrieb Störungen durch Erschöpfung und Arbeit durch Beschaffung und Einschaltung neuer Elemente verursacht.

Stromverbrauch von Magnetaufzügen mit Kontaktsteuerung

Den Stromverbrauch der durch den Anker gesteuerten magnetischen Aufzüge kann man einwandfrei aus dem in Abbildung 68 wieder gegebenen, von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt aufgenommenen Oszillogramm einer Aufzugs-Stromkurve der

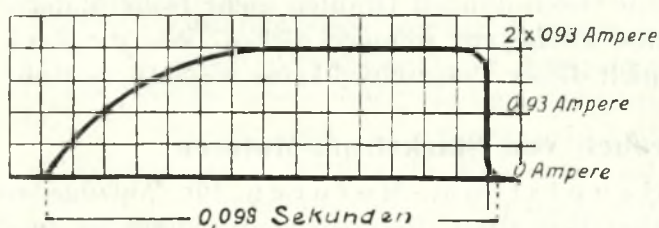


Abb. 68. Stromkurve eines elektromagnetischen Aufzuges

früheren Aronschen Uhr (Abbildung 16) ermitteln. Diese Kurve ist kennzeichnend für alle Aufzüge dieser Art. Infolge der Selbstinduktion steigt der Strom allmählich an, um bei Kontaktunterbrechung plötzlich abzufallen.

Die Aufnahme betrifft eine Schwachstromuhr; die Scheitelhöhe der Stromstärke ist 1,86 Ampere bei einer Spannung von 1,4 Volt. Somit entsteht ein Wattverbrauch von $1,86 \times 1,4 = 2,60$ Watt je Dauer der einzelnen Aufzüge, die in Zeitabständen von im Mittel (je nach der Höhe der Betriebsspannung) zehn Minuten einander folgen. Die Stromschlußdauer hat die Länge von 0,098 Sekunden. Da aber die Stromstärke allmählich ansteigt, so ergibt die Auswertung der dem Wattverbrauch pro-

portionalen Fläche, daß nur für die Zeit von 0,094 Sekunden die volle Stromstärke von 1,86 Ampere fließt.

Aus diesen Werten berechnet sich ein Jahresstromverbrauch in Höhe von

$$\frac{2,60 \times \left(\frac{60}{10}\right) \times 0,094 \times 24 \times 365}{3600} = 3,6 \text{ Wattstunden}$$

Diesem Schwachstromverbrauch steht nach einem zweiten Oszillogramm ein Starkstromverbrauch von $110 \text{ Volt} \times 0,10 \text{ Ampere}$ gleich 11 Watt bei einer Stromschlußzeit von 0,06 Sekunden gegenüber, der einem Jahresverbrauch von

$$\frac{11 \times \left(\frac{60}{10}\right) \times 0,06 \times 24 \times 365}{3600} = 9,6 \text{ Wattstunden}$$

entspricht.

Die Uhr kann mithin $\frac{1000}{9,6} = 104$ Jahre gehen, bis eine Kilowattstunde verbraucht ist!

Bei Anwendung dieser elektromagnetischen Aufzüge in neueren Konstruktionen liegen die Aufzugszeiten enger zusammen; der Zeitabstand liegt zwischen drei und fünf Minuten. Die Stromschlußdauer bleibt im Mittel die gleiche wie bei den früheren Anordnungen; aber da der Aufzugweg oder die Federspannung kleiner ist, sinkt auch die Stromstärke. Der Wattverbrauch ändert sich dadurch wenig, aber er ist je nach der Ausführung der Magnetsysteme kleinen Schwankungen unterworfen. Er wird für Starkstrom auch stets etwas höher sein als für Schwachstrom, da eine Spulenwicklung mit vielen dünnen Drähten mehr Isoliermaterial der Drähte enthält als eine solche mit wenigen dicken. Wie die Rechnungsbeispiele ergeben, spielt dieser Unterschied keine wesentliche Rolle.

Stromverbrauch von Starkstrom-Motoren

Der Verbrauch der Hauptstrom-Motoren für Aufzüge ist ebensowenig von praktischer Bedeutung. Beispielsweise nimmt der zwar als Schwachstrom-Motor ausgeführte Motor der Elektrisch-Uhr (vgl. Abb. 59) bei 3 Volt 0,35 Ampere, also 1,05 Watt auf, und er läuft nur dann, wenn die Uhr schlägt. Andererseits verbraucht der weit kräftigere Motor der Dolektra-Uhr (Abb. 61) einen mehrfach höheren Strom; doch dafür läuft er nur einmal täglich.

Mit Überlegung zu bewerten ist dagegen der Stromverbrauch der Ferraris-Motoren, da sie bei vielen Uhrenarten dauernd unter Strom stehen, bei einigen zwar abgeschaltet werden, aber stets längere Zeit und wiederholt täglich laufen. Der Geringstwert des Strom-

verbrauchs dieser für Aufzüge verwendeten Motoren liegt bei 0,50 Watt und der Höchstwert bei 3 Watt. Dem entspricht ein Jahresverbrauch von

$$\text{mindestens } \frac{0,5 \times 24 \times 365}{1000} = 4,38 \text{ Kilowattstunden,}$$

$$\text{höchstens } \frac{3 \times 24 \times 365}{1000} = 26,28 \text{ Kilowattstunden.}$$

Während der erste Verbrauch ohne weiteres für jeden Käufer tragbar ist, ist es der zweite nicht mehr. Es geht also bei Ferraris-Motoren darauf hinaus, erstens bei der Durchsicht der Uhren-Preislisten sich über den Stromverbrauch zu unterrichten und sich sodann den Verbrauch der gewählten Uhr vom Fabrikanten verbürgen zu lassen.

2. Schwachstrombetrieb

Stromverbrauch und Element-„Kapazität“

Der Schwachstrombetrieb bildet eine Klasse für sich; er ist verbunden sowohl mit manchen Annehmlichkeiten als auch oft mit Reklamationen der Kundschaft und mit Verlusten. Manche Fabrikanten haben Unmögliches versprochen, und dadurch sich, den Uhrmacher und seinen Kunden geschädigt. So wurde z. B. über die Ato-Uhr, bevor diese Uhr in die Hände der Firma Junghans kam, von dem früheren Hersteller verbreitet, daß der Verbrauch der Uhr „zehntausendmal geringer sei als der einer Taschenlampe“. Da diese üblicherweise 0,25 Ampere benötigt, so wäre die Stromstärke der Ato-Uhr mit 0,000025 Ampere oder $\frac{25}{1000}$ Milliampere zu bewerten, während er in Wirklichkeit im Mittel bei 0,0008 Ampere liegt.

Ähnliche Unstimmigkeiten werden über die „Kapazität“ der Elemente¹⁵⁾, die ihnen entnehmbare, in Amperestunden (Ah) ausgedrückte Energie, sowie über die Lagerfähigkeit verbreitet. Hier heißt es für den Bezieher, mit der erforderlichen Vorsicht vorzugehen. In einem späteren Band werden die Elemente ausführlich besprochen; es sei hier nur kurz erwähnt, daß die Kapazität abhängig von der Größe, dem Rauminhalt (nicht des Bechers, sondern des in ihm enthaltenen Elementes!), und die Lagerfähigkeit abhängig von der Sorgfalt der Herstellung ist. So steigt beispielsweise die Kapazität der Elemente von 2,8 Amperestunden bei einem kleinen Element (Rauminhalt 270 cm³) bis 42 Amperestunden bei einem großen (3900 cm³) und die Lagerfähigkeit von wenigen Monaten, manchmal nur Wochen, auf zwei und mehr Jahre. Es kann daher nur dringend geraten werden, beim Einkauf von Trockenelementen für Schwachstrom-Uhren nur das beste Erzeugnis zu wählen. Als ein wirklich gutes Element gilt eindeutig die „Per-

¹⁵⁾ Siehe z. B. Kesseldorfer, Praktische Elektrotechnik, S. 129.

trix[®] - Batterie der Firma Pertrix, Chemische Fabrik A.G. in Berlin SW 11.

Für den gesicherten Betrieb der Schwachstrom-Uhr ist also sowohl die Güte und Größe des Elementes oder der Batterie wie auch der Stromverbrauch der Uhr maßgeblich. Dem Uhrmacher liegt an sich die Schwachstrom-Uhr als Verkaufsobjekt näher als die Starkstrom-Uhr, denn sie enthebt ihn jeder fachfremden Tätigkeit (Leitungsverlegung usw.). Die Schwachstrom-Uhr ist auch im allgemeinen die billigere oder sollte es wenigstens sein; denn es fehlt die Gangreserve sowohl wie die Verpflichtung des Herstellers, die Vorschriften des V.D.E. für Starkstromapparate einzuhalten. Eine ganze Reihe von Schwachstrom-Uhren sind in diesem Band beschrieben worden, und es sei nochmals besonders auf die Uhren mit elektrischem Pendelantrieb hingewiesen, die teilweise überraschend genaue Gänge zeigen. Vor allem in Orten ohne Starkstromanschluß, namentlich in Übersee, sollte der Uhrmacher daher für die Schwachstrom-Uhr werben; verwendet er gute Elemente, so wird er Absatz und Befriedigung finden. In Überseeländern wird das Fülllement benutzt, das trocken zum Versand kommt, und für welches es eine Beurteilung auf Lagerfähigkeit deshalb nicht gibt, weil es erst im Augenblick der Ingebrauchnahme durch Auffüllen mit Wasser stromlieferungsfähig wird.

Die Bedeutung der niedrigsten Gebrauchsspannung

Eine Schwachstrom-Uhr ist um so zweckmäßiger gebaut, je größer der Unterschied zwischen der von der frischen Batterie abgegebenen Spannung und der niedrigsten Gebrauchsspannung ist. Beträgt beispielsweise die Regelspannung 3 Volt, so geben zwei gute neue Trockenelemente eine Spannung von $1,54 \times 2 = 3,08$ Volt ab. Es ist einleuchtend, daß die Uhr eine längere Zeit von diesen zwei Elementen angetrieben werden kann, wenn sie noch mit 2 Volt arbeitet, als wenn sie schon mit 2,4 Volt stehenbleibt. Die Grenze der Spannung, mit der eine Uhr noch arbeitet, stellt man mit Hilfe der Schaltung nach Abbildung 65 fest.

Die Spannung (Klemmenspannung) der Elemente darf man niemals im stromlosen Zustande messen, sondern immer nur im Augenblick des Kontaktschlusses der Uhr. Mit dem Gebrauch sinkt die Spannung ab, und der innere Widerstand des Elementes steigt an, der sich nach dem Ohmschen Gesetz um so mehr als Spannungsabfall äußert, je größer die Stromentnahme ist. So kann es in der Praxis vorkommen, daß an einem stromlosen Element eine Spannung von noch 1,3 Volt gemessen wird, während sie bei angeschlossenem Element und Kontaktschluß auf 0,9 Volt absinkt.

XI. Die Prüfung nach Stand und Gang der Uhr

Wenn der Uhrmacher gute Taschenuhren reguliert, so wird er allgemein die Regeln des von Moritz Großmann im Jahre 1880 herausgegebenen Heftes „Das Regulieren der Uhren für den bürgerlichen Gebrauch“, das freilich seit einiger Zeit vergriffen ist, anwenden. Das Regulieren verlangt eine bleibende Übersicht über den Stand der einzelnen Beobachtungen, über die Gangunterschiede zwischen ihnen, deren Aufzeichnung Großmann in die denkbar einfachste Form brachte. Zeigte beispielsweise die erste Beobachtung um 8¹⁰ Uhr eine Abweichung von + 25 Sekunden der Normaluhr und die zweite um 2²⁰ Uhr eine solche von + 15,3 Sekunden, so wird dieser Fehler nach den dem Heft angefügten Tabellen auf 24 Stunden umgerechnet und die sich ergebende Abweichung mit dem entsprechenden Vorzeichen vermerkt; sie ergibt sich zu —37,7 Sekunden als tägliche Abweichung. Dieses Verfahren ermöglicht kurze und unregelmäßige Beobachtungszeiten, wie sie der Uhrmacher zum schnellen Regulieren und in Anwendung auf mehrere gleichzeitig zu beobachtende Uhren benötigt. Aber es gibt keinen Überblick über die täglichen Unterschiede zueinander. Erst wenn man diese täglichen Unterschiede aneinanderreihet, sieht man, wie sich die Uhr über den Verlauf einer längeren Prüfungszeit verhalten hat, und kann daraus ihre Güte beurteilen.

Begriffsbestimmungen

So unterscheidet der Wissenschaftler heute den „Stand“ und den „Gang“ einer Uhr. Wurde z. B. festgestellt, daß heute eine Uhr um 4 Sekunden vor der Normaluhr vorgeht und morgen zu gleicher Zeit um 6 Sekunden, so sind —4 Sekunden und —6 Sekunden die „Stände“, und $(-6) - (-4) = -2$ Sekunden ist der „Gang“ zwischen zwei Tagesbeobachtungen. (Betreffend der Vorzeichen + und — siehe die weiter unten gegebenen Erläuterungen und den Anhang!) Die Begriffsbestimmung der Prüfungsgrößen ist folgende:

1. Der „Stand“ oder die „Korrektion“ ist der Wert, um den die Zeiger einer Uhr zur Zeit der Ablesung der richtigen Zeit abweichend „stehen“.
2. Der „Gang“ („täglicher Gang“ oder „Uhrgang“) ist der Unterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ständen innerhalb einer Beobachtungszeit von 24 Stunden.

3. Die „Gangänderung“ („Gangdifferenz“) ist der Unterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden täglichen Gängen, mithin die zweite Differenz aus den Ständen.

Für den Praktiker in der Fabrik und im Uhrenhandel sind die Begriffe sehr wichtig, um die aufschlußreichen Prüfungsergebnisse von wissenschaftlichen Gangleistungsprüfungen, die in der Fachpresse veröffentlicht werden, zu verstehen und bei neuen Uhrentypen gegebenenfalls auch selbst solche Prüfungen durchzuführen, die ihm wirklich einwandfreie Unterlagen für die Beurteilung der Güte einer Uhr geben.

Hinsichtlich der Anwendung der Vorzeichen war zu unterscheiden zwischen der wissenschaftlichen und der praktischen Darstellung. Wissenschaftliche Institute, Astronomen und Nautiker suchen die genaue Zeit. Wenn sie schreiben „+5,5^s“, so wollen sie damit ausdrücken, daß noch 5,5 Sekunden an der richtigen Zeit fehlen, daß also ihre Pendeluhr oder ihr Chronometer um 5,5^s nachgeht. Der Regleur und Uhrmacher dagegen hat an seiner Normaluhr die genaue Zeit; nach ihr vergleicht er seine Uhren. Wenn er schreibt „+5,5^s“, so drückt er aus, daß die beobachtete Uhr um diesen Wert voreilt.

Um diesen Gegensatz der Schreibweise zwischen Theorie und Praxis zu beseitigen, hat sich nach eingehender Prüfung beider Verfahren die Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik dem Verfahren der Wissenschaftler angeschlossen. In allen von der Gesellschaft und von der Deutschen Uhrmacher-Zeitung veröffentlichten, auch in den vorliegenden Bänden enthaltenen Stand- und Gangtabellen bedeutet daher das Vorzeichen + ein Nachgehen, das Vorzeichen — aber ein Vorgehen der beobachteten Uhr gegenüber der richtigen Zeit.

Einige Beispiele von Gangprüfungen und „Gangkurven“

Im Interesse der Uhrmacher und der Uhrenfabriken hat die Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik das Geodätische Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe veranlaßt, viele Serien gewöhnlicher, der Fabrikation entnommener Großuhren einer wissenschaftlichen Prüfung zu unterziehen. Die nachstehende Zusammenstellung enthält, als beispielsweise wiedergegebenen Auszug aus den Prüfungstabellen, die Stände und Gänge von drei Pendeluhrn für eine Beobachtungszeit von 14 Tagen. Die Uhr Nr. 9 ist eine Pendeluhr mit mechanischem Aufzug und 104 Halbschwingungen, Nr. 92 eine Tischuhr mit Kurzpendel und Nr. 97 eine elektrische Einzeluhr mit ebenfalls 104 Pendel-Halbschwingungen. Die Prüfungen erfolgten bei normaler, also schwankender Temperatur; ihr Mittelwert war 17,7°.

Uhr- Nr.	T a g e														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	0,0 - 0,4	- 0,4 - 0,2	- 0,6 0,0	- 0,6 0,1	- 0,7 0,0	- 0,7 0,0	- 0,7 + 0,2	- 0,5 0,0	- 0,5 + 0,2	- 0,3 + 0,2	- 0,1 + 0,2	+ 0,1 + 0,2	+ 0,3 + 0,4	+ 0,7 + 0,4	+ 1,1
92	0,0 - 1,2	- 1,2 - 1,5	- 2,7 - 1,3	- 4,0 + 0,4	- 3,6 - 0,2	- 3,8 + 0,7	- 3,1 + 4,0	+ 0,9 + 3,2	+ 4,1 + 6,2	+ 10,3 + 9,6	+ 19,9 - 2,9	+ 17,0 - 2,5	+ 14,5 + 1,2	+ 15,7 + 8,1	+ 23,8
97	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 - 0,1	0,1 - 0,0	- 0,1 0,0	- 0,1 0,0	- 0,1 0,0	- 0,1 0,0	- 0,1 + 0,1	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 + 0,1	+ 0,1 0,0	+ 0,1

Tabelle der Stände (obere Zahlen) und der Gänge (untere Zahlen) von drei verschiedenen Uhren während einer 14tägigen Beobachtungszeit. Stände und Gänge in Minuten (und Zehntel-Minuten).

Die Standbeobachtungen erfolgen täglich einmal für jede Uhr zur gleichen Minute, so daß bei der Ablesung Teilungs- und Exzentrizitätsfehler der Zifferblätter ausschieden. Vor Beginn der eigentlichen Gangprüfung wird vorteilhaft einige Tage eine gewisse „Vorregulierung“ durchgeführt, d. h. die Pendellänge durch Verstellen der Linie so eingestellt, daß die Uhr etwa auf richtigen Gang eingestellt ist. Es vereinfacht ferner gleichfalls die Schreibearbeit und Rechnung, wenn man am ersten Tag vor der eigentlichen Ablesung die Zeiger auf die Normalzeit einstellt; so haben z. B. die in obiger Tabelle aufgeführten Uhren am ersten Tag der Prüfung den Stand Null (0,0). (Es sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß auf die Gang-Leistung der Uhr, d. h. auf die Regelmäßigkeit des Ganges, weder die Güte der Vorregulierung, d. h. der Pendeleinstellung, noch die absolute Größe des Standes am ersten Tage einen Einfluß hat.) Um den Ablesefehler zu verringern, ist bei den Prüfungen in Karlsruhe, denen die obigen Werte entstammen, übrigens täglich einige Minuten später eine zweite Standablesung gemacht und dann aus beiden Ablesungen ein Mittelwert genommen worden. Während der gesamten Prüfungszeit erfolgt selbstverständlich keinerlei Eingriff in die Uhren.

In der Tabelle sind jeweils in der oberen Zahlenreihe die „Stände“ der Uhren, d. h. die Abweichungen der Zeigerstände gegenüber der Normalzeit aufgezeichnet, in der Reihe darunter die „täglichen Gänge“, also die Unterschiede je zweier aufeinander folgenden Stände.

Der Uhrmacher ist nun gewohnt, den „Gesamt-Standfehler“, d. h. die Größe der Zeigerabweichung am ersten und letzten Tage der Aufzugsperiode, zur Beurteilung mit heranzuziehen; das ist aber nur dann annähernd möglich, wenn die „Vorregulierung“ vollkommen ist. Auch die absolute Größe der einzelnen täglichen Gänge und der „mittlere Gang“ einer Uhr über die Aufzugsperiode gibt keinen Maßstab über die Uhrfehler.

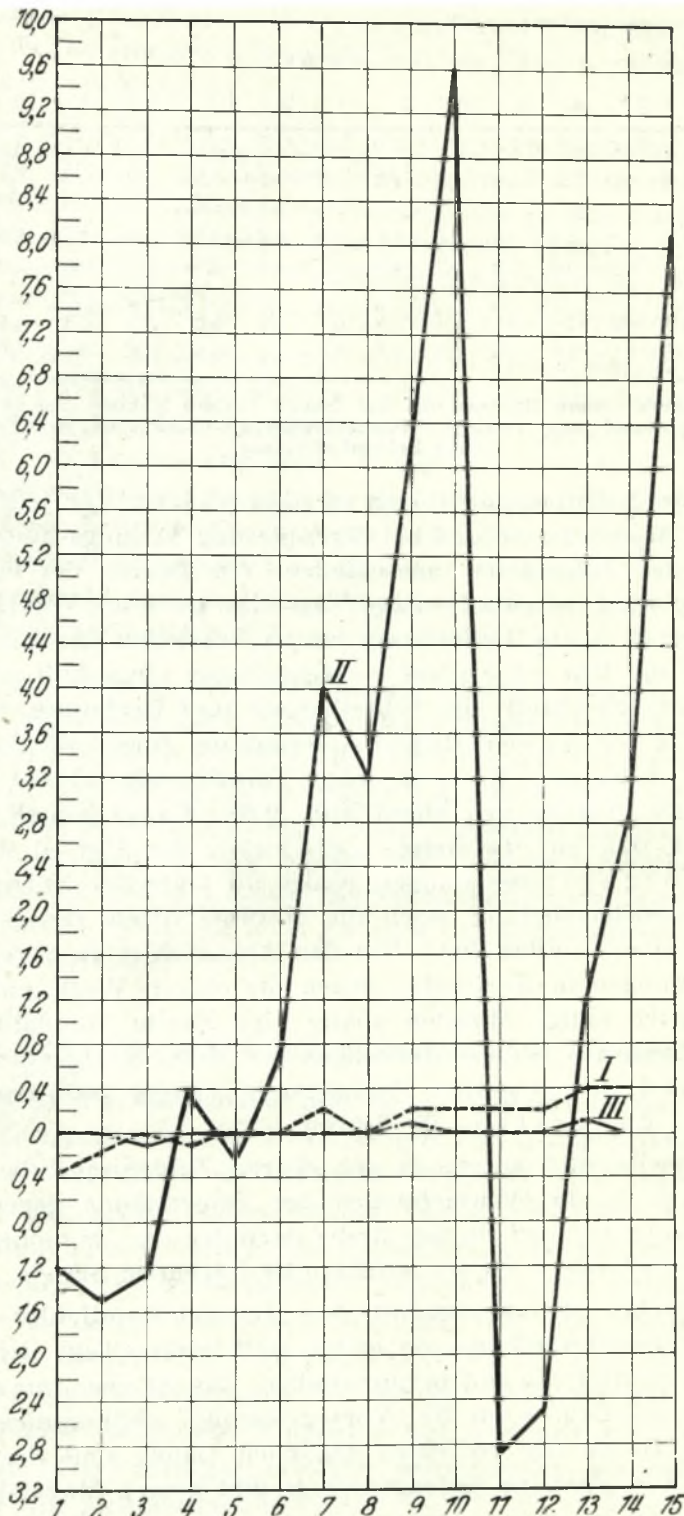


Abb. 69. Gangkurven eines mechanisch aufgezogenen Regulators (I), einer Kurzpendeluhr (II) und einer elektrischen Selbstaufzugsuhr (III)

Deshalb werden, um diese Fehler unabhängig von der Vorregulierung zu erhalten und möglichst anschaulich einen Vergleich verschiedener Uhren zu erhalten, Gangkurven aufgezeichnet, d. h. als fortlaufender Linienzug die täglichen Gänge. Je mehr dieser Linienzug sich einer waagerechten Linie nähert (gleichgültig in welcher Höhe), desto besser ist die Gangregelmäßigkeit, also die Güte der Uhr. Je stärker der Linienzug geneigt ist, d. h. je mehr sich von Tag zu Tag der Gang ändert, desto abhängiger ist die Uhr vor allem von der Änderung der Antriebskraft; treten außerdem noch häufig „Gangsprünge“ auf, d. h. ändert sich in dem Linienzug plötzlich die Richtung seines Verlaufs, und je größer diese Gangsprünge sind, desto unregelmäßiger geht die Uhr, desto weniger kann man sich auf sie verlassen; desto größer ist die „Gangschwankung“ oder „Gangunsicherheit“. Auf die einzelnen Methoden der wissenschaftlichen Auswertung solcher Gangprüfungen braucht hier nicht näher eingegangen zu werden; für den Praktiker genügt es, die „Gangkurven“ deuten zu können.

In Abbildung 69 sind nun die Gangkurven der drei Uhren wiedergegeben. Ohne alle Rechnungen zeigt ein Blick im Vergleich des Ganges der drei Uhren, daß die Uhr Nr. 92 mit Kurzpendel um ein Vielfaches schlechter geht als die anderen beiden Uhren; nicht nur sind die Änderungen der täglichen Gänge sehr groß, sondern es treten auch mehrfach sehr große Gangsprünge auf, besonders stark am 11. und 14. Tage.

Die Uhr Nr. 9 zeigt für eine mechanische Uhr sehr gute Ergebnisse. Im Durchschnitt zeigt die Gangkurve die Neigung nach oben, d. h. mit Ablauf der Feder neigt die Uhr zum Nachgehen. Aber abgesehen davon, daß die Neigung im Verhältnis gering ist, auch die Gangsprünge klein sind, z. T. innerhalb der Ablesegenauigkeit am Minutenzeiger bei Uhren ohne Sekundenzeiger liegen, zeigt der der Waagerechten völlig parallele Verlauf an mehreren Tagen (z. B. vom 9. bis 12. Tage), wie regelmäßig auch bei stärkerem Ablauf der Feder der Gang der Uhr ist. Diese Uhr ist freilich ein besonders regelmäßig gehendes Einzelstück.

Die Uhr Nr. 97 schließlich, eine elektrische Selbstaufzuguhr mit mittlerer Pendellänge, hat eine fast ganz als Waagerechte (infolge guter Vorregulierung auf der Nullinie) verlaufende Gangkurve. Die Gangänderung von einem Tag zum anderen ist niemals größer als 0,1 Minuten, was nur wenig größer ist als die Ablesegenauigkeit am Minutenzeiger. Wir sehen aus diesen Kurven ganz eindeutig, wie durch den regelmäßigen Federaufzug und die dadurch erreichte gleichmäßige Antriebskraft eine bürgerliche Gebrauchsuhr zu einer geradezu verblüffenden Genauigkeit gebracht wird, wie völlig unbefriedigend andererseits viele Kurzpendeluhren arbeiten.

XII. Die Prüfung auf technische Daten und Betriebssicherheit

Der gewissenhafte Uhrmacher will nicht elektrische Uhren an sich verkaufen, sondern er will gute elektrische Uhren verkaufen; er will sich vor Reklamationen schützen, und er wünscht, daß seine Kunden ihm durch Empfehlung neue Kunden zubringen. Dieses Ziel wird nicht dadurch erreicht, daß der Fachmann alle ihm angebotene Ware mit den Augen der Fabrikanten beurteilt, sondern daß er selbst eindeutige Prüfungen vornimmt und sich nach ihren Ergebnissen sein Urteil bildet.

Die Prüfung einer elektrischen Einzeluhr sollte sich erstrecken auf:

1. den mechanischen Teil,
2. den elektrischen Teil,
3. Eignung und Leistung der Stromquelle.

Der mechanische Teil

Der Preis einer elektrischen Uhr ist immer noch nicht unwesentlich höher als der einer mechanischen. Wenn der Kunde als Gegenleistung für die Mehrausgabe nur die Bequemlichkeit eintauschen würde, seine Uhr nicht aufziehen zu müssen, so würde er bald den Kauf als unvorteilhaft beurteilen, besonders deswegen, weil durch den Fortfall des Aufziehens das regelmäßige Erinnerntwerden an das Neueinstellen der Zeiger wegfällt. Der besonders von dem Käufer gewürdigte Vorteil der elektrischen Einzeluhr vor der mechanischen liegt in ihrer hohen Gangleistung, die nach den wissenschaftlich durchgeführten, von der Gesellschaft für Zeitmeßkunde veranlaßten Prüfungen von Prof. Schlötzer an der Technischen Hochschule Karlsruhe nur den vierten Teil der Differenzen gleichwertiger, d. h. mit gleicher Pendellänge versehenen mechanischen Uhren zeigt. Für Federuhren ergab sich nämlich ¹⁶⁾

mittlerer Gangfehler = $\pm 0,016$ Min. je Tag,

mittlerer Standfehler = $\pm 0,27$ Min. je Tag,

und für elektrische Einzeluhren

mittlerer Gangfehler = $\pm 0,004$ Min. je Tag,

mittlerer Standfehler = $\pm 0,07$ Min. je Tag.

Diese unerreicht hohe Gangleistung ist es, die der Uhrmacher dem Kunden in erster Linie als Vorzug der elektrischen Uhr überzeugend rühmen

¹⁶⁾ Prof. Schlötzer, Fünfter Band der Schriftenreihe der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik.

muß. Er muß dann aber auch die Voraussetzungen beherrschen, die diesen Vorzug herbeiführen. Diese sind:

Neben sorgfältiger Ausführung des Uhrwerkes an sich, bei Pendeluhren besonders der Pendelführung und Aufhängung (Gabel und Pendelfeder), ist der Zugfeder und der Hemmung besondere Beachtung zu widmen; eine lange dünne Zugfeder mit möglichst gleichmäßigem Kraftablauf, begünstigt durch häufigere Nachspannungen in kurzen Aufzugsfolgen, ist zu wünschen. Bei Unruhwerken ist nach Möglichkeit Temperaturkompensation, ferner Schutz gegen Magnetisierung, vor allem bei Gleichstromuhren, zu fordern; ein zusätzlicher Kraftregler, mindestens aber Begrenzung der Antriebskraft durch Stellungen usw., sind empfehlenswert. Sodann soll die Kraft am Steigrade genügend groß sein, damit die Uhr nicht schon bei etwas verdicktem Öl oder bei geringer Verstaubung stehenbleibt. Die Größe des Pendel-Schwingungsbogens gibt hier einen sicheren Aufschluß; sie darf nicht zu gering sein. Bei Kurzpendeluhren ist im allgemeinen Zurückhaltung hinsichtlich der Gangregelmäßigkeit zu empfehlen. Bei schon verkauften, sehr unbefriedigend arbeitenden Uhren mit Kurzpendel kann man die Gangleistung durch Ausfüllen der hohlen Pendellinse sehr verbessern.

Schließlich verlangt die Welle des Schwingankers eine gute Lagerung.

Der elektrische Teil

Die strenge Untersuchung des elektrischen Teiles setzt die Beobachtung aller in den beiden Teilen VIII und IX enthaltenen Maßnahmen voraus. Die Magnetsysteme sind auf enge Luftspalte, die Kontakte auf augenblickliches Ein- und Ausschalten sowie auf Güte und Stärke ihres Belags, die Stromzuführungslitzen auf gute Verbindung mit ihren Kabelschuhen und diese auf feste Verschraubung, die Anschlußklemmen auf gute Isolation und gute Gewinde ihrer Schrauben zu untersuchen.

Für Starkstromuhren gilt die Vorschrift des VDE, daß alle stromführenden Teile auf feuerfester Unterlage montiert sind, die nicht hygroskopisch (wasseraufnehmend) sein darf. Deshalb ist für Spulen die Pappe und für Anschlußklemmen das Fiber verboten, und als Zuführungen dürfen nur Gummiaderleitungen („NGA“) benutzt werden.

Von Bedeutung für die Beurteilung ist sowohl bei Starkstrom- wie bei Schwachstromuhren das „Anlaufmoment“, das gleichbedeutend ist demjenigen niedrigsten Spannungswert, mit dem die Uhr noch eben aufzieht. Liegt dieser zu hoch, so kann es bei Starkstromuhren vorkommen, daß im Fall erheblicher Netzüberlastungen, also besonders im Winter in den späten Nachmittagsstunden, die Netzspannung so erheblich sinkt, daß die Uhr nicht mehr aufzieht. Wenn dann auch die Gangreserve einsetzt, so bringt doch das nachherige längere Aufziehen

Geräusche mit sich, und jeder Apparat muß eben doch mit einer gewissen Unterspannung noch arbeiten. Bei Schwachstromuhren ist ein schlechter Anlauf dagegen ein sehr großer Mangel, da er die Uhr schon nach wenigen Zehntel Volt Spannungsabfall der Batterie versagen läßt. Das Anlaufmoment prüft man mit Hilfe der Schaltung nach Abbildung 65, deren Anwendung im Teil VIII, Abschnitt 2, beschrieben ist. Es soll für Starkstromuhren mindestens 10 Prozent Verringerung der Regelspannung entsprechen; für Schwachstromuhren muß es sich der Batterie oder dem Element derartig anpassen, daß jedes Element bis zu einer bei Kontaktschluß gemessenen Klemmenspannung von nicht über 1,1 Volt ausgenutzt wird.

Eignung und Leistung der Stromquelle

Dieser Abschnitt gilt nur den Schwachstromuhren, da ja der Starkstromanschluß, selbstverständlich richtige Stromart und Spannung vorausgesetzt, den gesicherten Betrieb verbürgt.

Im Teil X ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, daß eine Schwachstromuhr nur mit guten und genügend großen Elementen zufriedenstellend arbeiten kann. Das soll hier nochmals eindringlich wiederholt werden. Also keine Uhr kaufen, deren Gehäuse nur ganz kleinen Elementen zum Einbau Platz läßt!

In ganz besonderen Fällen, wenn eine vorhandene Uhr wegen zu früher Erschöpfung kleiner Elemente immer wieder versagt, muß der Kunde veranlaßt werden, der Aufstellung großer Elemente in der Nähe der Uhr oder in einem geeigneten Nebenraum und die Verlegung einer „Telephonader“ zur Uhr zuzustimmen. Für die genaue Bestimmung des Stromverbrauchs einer Uhr sei auf das durchgerechnete Beispiel der Aron-Uhr im Teil X hingewiesen, während genaue Hinweise auf die Größe der Elemente im Band IV gegeben werden.

Bei Bezug von Elementen ist ganz besonders auf Qualität und Frische zu sehen. Man beziehe nur von solchen Firmen, deren Absatz bzw. Einkaufsorganisation eine Frischhaltung des Lagers verbürgt.

Die Prüfung von Elementen auf Spannung geschieht nach dem im Teil X beschriebenen Verfahren mit einem hochohmigen Voltmeter. Ein billiges Instrument mit geringem Widerstand zeigt ganz falsche Meßergebnisse und entnimmt dem Element unnötig Strom. Außerordentlich schädlich ist es, mit einem Amperemeter die Kurzschluß-Stromstärke zu prüfen. Sie ist um so größer, je größer der Rauminhalt des Elementes ist; ihre Bestimmung kann in keiner Weise zur Beurteilung der Güte dienen, aber sie entnimmt dem Element unwiderbringlich eine große Energie.

Die Verwendung von Akkumulatoren ist für den Betrieb von Schwachstrom-Uhren deshalb nicht empfehlenswert, weil sie für die Zeit

der Aufladung abgeschaltet werden müssen. Eine Ausnahme macht die stets geladene Autobatterie.

Betriebssicherheit

Ist zwecks Einführung einer Uhrentype eine Musteruhr nach den vorstehenden Angaben geprüft, so wird man zweckmäßig noch eine Untersuchung auf allgemeine Betriebssicherheit anfügen. Diese braucht sich durchaus nicht über einen großen Zeitraum zu erstrecken; sie kann in einigen Stunden abgeschlossen sein.

Sie stellt eine Art „Gewaltprüfung“ dar, um festzustellen, ob alle Einzelteile, besonders die der elektrischen Einrichtung, genügend bemessen, von richtiger Härte und gut befestigt sind. Zu dem Zweck nimmt man den Anker der Hemmung heraus und stellt das Gangrad fest, nachdem man es vorher durch eine schwache, unter eine Platinenschraube geklemmte Feder so abgebremst hat, daß die Zapfen und das Öl nicht durch eine zu hohe Drehzahl Schaden nehmen. Dann schließt man die Uhr an die Stromquelle an und läßt die Räder dauernd umlaufen. Jetzt arbeiten Kontakt und Aufzug schnell und werden daher stark beansprucht. Der erfahrene Konstrukteur wendet dieses Verfahren stets an; er entdeckt dabei jede schwache Stelle der Bauart und des Werkstoffs. Nach mehreren Stunden kann man den Versuch abbrechen, um dann alle beweglichen Teile nochmals zu untersuchen.

Schließlich nimmt man noch eine Schnellprüfung der Gangleistung vor, indem der Minutenzeiger-Durchgang durch ein auf die Glasscheibe geklebt Merkzeichen mit der Lupe beobachtet wird. Die Prüfung muß einmal bei Stromeinschaltung und anschließend bei Ab-
lauf der Gangreserve durchgeführt werden. Eine Vergleichung beider Gänge gibt Aufschluß über das Verhalten der Uhr bei Kraftänderung.

XIII. Das Aufhängen und Anschließen der Einzeluhren

Genau lotrechte Aufhängung!

Seit Einzeluhren mit Quecksilber-Kontaktrohren auf den Markt gekommen sind, ist bei dem Aufhängen von Zimmeruhren an die Wand in besonders hohem Maße Aufmerksamkeit auf die lotrechte Aufhängung erforderlich geworden.

Um alle Scherereien im Hause des Kunden zu vermeiden, empfiehlt es sich, schon in der Werkstatt die Uhr nach dem Lot aufzuhängen und sich dann bei abgenommenem Zifferblatt davon zu überzeugen, daß im Augenblick des Kontaktschlusses der Magnetanker mit der Kontaktrohre noch nicht vollständig an seinem tiefsten Punkt angelangt ist; er muß noch ein wenig tiefer sinken können. Hängt man dann in der Kundenwohnung die Uhr wieder nach dem Lot auf, so ist man sicher, daß die Röhre zuverlässig arbeitet.

Auch die Uhren mit Ferraris-Motor sollen unbedingt so aufgehängt sein, daß die Läuferscheibe waagrecht steht, da ihre Lager andernfalls einseitig beansprucht werden.

Vor Anschluß Stromart und Spannung prüfen!

Bevor man eine Starkstrom-Uhr an das Netz anschließt, überzeuge man sich regelmäßig von der Eindeutigkeit

1. der Stromart und Spannung, für die die anzuschließende Uhr bestimmt ist, und
2. der Stromart und der Spannung, die die Lichtleitung des Hauses führt.

Zu Punkt 1. Man weise jedes Uhrwerk zurück, auf dem Stromart und Spannung nicht angegeben ist. „= 220 V“ bedeutet 220 Volt Gleichstrom, „~110 V“ bedeutet 110 Volt Wechselstrom. Kommt ein Instandsetzungs-Auftrag für eine Uhr von einem Kunden, die in seinem Hause schon in Betrieb war, so ist die Sachlage eindeutig. Kommt aber eine Uhr zur Instandsetzung, die nachher in einer neuen Wohnung aufzuhängen ist, oder kommt sie von einem Zugezogenen, so ist Vorsicht und Feststellung am Platze. Hierzu sei folgendes bemerkt.

Eine für 220 Volt Wechselstrom bestimmte Uhr kann natürlich ohne Gefahr in ein Wechselstromnetz für 110 Volt eingeschaltet werden; aber sie wird kaum aufziehen. Legt man sie aber an ein Gleichstromnetz von

110 oder 220 Volt, so sind die Spulen, wenn nicht besondere Vorsichtsmaßnahmen vorgesehen sind, augenblicklich verbrannt. Umgekehrt arbeitet eine für 220 Volt Gleichstrom gewickelte Uhr in keinem Wechselstrom-Lichtnetz; eine für 110 Volt Gleichstrom gewickelte könnte vielleicht im Wechselstromnetz mit 220 Volt aufziehen.

Ist man im Unklaren über Stromart und Spannung einer Uhr, so muß eine Prüfung daraufhin durchgeführt werden, ob sie in dem vorgesehenen Netz, ohne Schaden zu nehmen, gut arbeitet. Zu dem Zweck hängt man die Uhr auf und läßt sie eine Viertelstunde gehen, damit sie bestimmt etwas abgelaufen ist. Dann schließt man nur eine Zuführung an die Lichtleitung an; die zweite behält man, aber nicht mit dem blanken Ende, sondern mit der Isolierung, in der Hand, und „tippt“ dann ganz kurz auf die zweite Starkstromklemme.

Es zeigt sich dann, ob die Uhr stark, schwach oder gar nicht aufzieht. Bei starkem Aufzug, welcher ein überlautes Geräusch macht, ist der Anschluß zu unterlassen. Die Ferraris-Motoren dürfen natürlich auf keinen Fall an ein Gleichstromnetz gelegt werden; die Spule wäre sofort verbrannt. Ist ein solcher Motor für 110 Volt Wechselstrom gewickelt und man legt ihn an 220 Volt, so wird die Spule verbrennen und sofort nach dem Einschalten sich durch Geruch bemerkbar machen.

Zu Punkt 2. Die Feststellung von Stromart und Spannung der Lichtleitung eines Hauses ist sehr einfach; man lasse sich im allgemeinen auf keine Angabe der Hausbewohner ein, sondern verlange, zum Zähler geführt zu werden, dessen Schild alle Angaben enthält.

Steckdosen sind Notbehelfe!

Der Uhrmacher sollte nach Möglichkeit davon abraten, daß eine elektrische Uhr mittels einer Steckdose angeschlossen wird; es sollte vor allem bei Wanduhren, wo es meist bequem möglich ist, eine Abzweigung von der nächsten Klemmdose gemacht werden. Die Frauen pflegen vielfach beim Zimmerputzen die sie störenden Litzen durch Herausziehen des Steckers zu beseitigen und vergessen dann oft das Einschalten. Dann läuft die Gangreserve ab, und der Ärger des Mannes beginnt.

Vorsicht bei allen Arbeiten mit Starkstrom!

Schließlich sei noch eindringlich auf die Gefahr aufmerksam gemacht, die das unsachliche Hantieren mit Starkstrom-Lichtleitungen, auch bei den „Niederspannungen“ von 110 und 220 Volt, bringen kann. Vor allem Erdschlüsse durch den Körper, z. B. Berührung eines Stromleiters, wenn man auf nassem Boden steht, sind unter Umständen todbringend!

Daher als wichtigste Regel:

**Vor dem Arbeiten an Starkstromleitungen stets
die Sicherungen heraus!**

Sie sind meistens am Zähler angebracht, in ländlichen Wohnungen oft auf dem Dachboden.

Stets auf trockenem, isoliertem Boden (evtl. Brett unterlegen!) und mit isolierten Werkzeugen arbeiten.

Wenn es sich gar nicht vermeiden läßt, unter Strom zu arbeiten, ziehe man den Elektro-Fachmann hinzu. Auch bei den empfohlenen Prüfungen der elektrischen Teile der Uhr ist die nötige Vorsicht vor zufälligen Berührungen angebracht. (Trockener Boden, Werkzeuge usw.!) Niemals auf Leitern stehend nach benachbarten Röhren fassen, wenn man unter Strom arbeitet; sie bringen, vor allem, wenn sie geerdet sind (z. B. Wasserrohre, Gasrohre usw.) erst recht Gefahr!

Die Vermeidung dieser Gefahren und überhaupt einer Leitungsinstallation ist der — einzige! — Vorteil des Steckdosenanschlusses mit Schnur und Stecker, daher für Uhrmacher und Kunden bequem, aber nicht so betriebssicher wie der feste Anschluß.

XIV. Rundfunkstörungen

Jeder in der Luft verlaufende elektrische Stromstoß, also jede Funkenstrecke, wie sie bei dem Überspringen eines Funkens von einem Kontaktteil zum anderen entsteht, läßt **Oberschwingungen von hoher Frequenz** entstehen, die sich in der Umgebung ausbreiten. Da ihre Frequenzen teilweise im Bereich der Rundfunkfrequenzen liegen, so werden sie von den umliegenden Empfangsgeräten aufgenommen; sie lassen stark knackende Geräusche entstehen und bilden dadurch die gefürchteten Rundfunkstörungen.

So entsteht auch durch jeden Kontaktschluß einer elektrischen Uhr ein einmaliges Knacken in Empfangsgeräten einer Umgebung, die mehrere hundert Meter zum Halbmesser haben kann. Da nach der heutigen Auffassung die Störungsursache von dem Besitzer des Störungsgerätes beseitigt werden muß, so ist es Aufgabe des Uhrmachers, sich mit den „**Entstörungsmitteln**“ und ihrer Anbringung an den Uhren vertraut zu machen, um erstens Zweifel der Kunden an der Entstörungsmöglichkeit sachgemäß widerlegen und zweitens die Entstörung ohne fremde Hilfe durchführen zu können.

Die Entstörung erfolgt in einfach liegenden Fällen mittels kleiner, in Blechkästen eingebauter **Blockkondensatoren**, wie sie in Radio-Empfangsgeräten verwendet werden und in jedem Radiogeschäft käuflich sind. In schwierigen Fällen werden außerdem noch **Drosseln** verwendet, die man sich im Notfall selbst herstellen kann. Als einfache Fälle gelten einzelne Knackgeräusche, wie sie von Kontakten- und Lichtschaltern ausgehen; schwierige Entstörungen ergeben sich für Heilgeräte (Hochfrequenzapparate), für **Kollektor-Hauptstrommotoren**, die an Wechselstromnetzen liegen, und oft für elektrische Läutewerke. Für alle solche Fälle sind Störschutzapparate käuflich; aber sie sind nicht gerade billig.

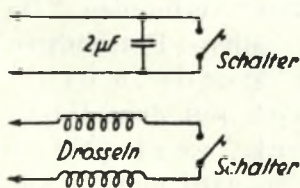


Abb. 70. Kontakt-Entstörung

Kontakt-Entstörung

In Abbildung 70 ist die einfache Schaltung für eine Kontakt-Entstörung gegeben, und zwar ist einmal ein Blockkondensator von zwei Mikrofarad ($2\mu\text{F}$) einfach an die Klemmen des Kontaktes, also parallel zum Kontakt gelegt, und zum andern ist in jede Schalterleitung eine Drosselspule eingebaut. Am bequemsten ist die Anwendung des käuflichen Kondensators, an dessen „Fahnen“ (Konden-

satoren sind nicht mit Klemmen versehen) je ein dünner Draht angelötet wird; diese Anschlußdrähte sind dann nur an die Kontaktklemmen zu legen. Der Kondensator selbst wird mit einem Metallband am Werkträger befestigt.

Wohl in allen, die elektrischen Einzeluhren berührenden Fällen wird man mit diesem einfachen Blockkondensator auskommen, in besonderen Fällen versucht man es noch mit einem Kondensator von 1 und dann von $3 \mu F$, in ganz schwierigen Fällen ist man gezwungen, beide Schaltungen nach Abbildung 70 zu benutzen, also einen Blockkondensator und zwei Drosseln in Anwendung zu bringen.

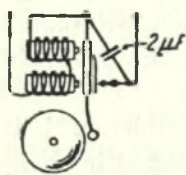


Abb. 71.
Klingel-Entstörung

Die Abbildung 71 bringt, als Abwandlung der Kontakt-Entstörung, die Entstörung einer elektrischen Klingel, ebenfalls in Anwendung eines einzigen Blockkondensators. In manchen Fällen, besonders bei Anschluß der Klingel an einen Transformator, wird in die beiden Zuleitungen je eine Drossel gelegt werden müssen.

Motor-Entstörung

Die Schaltung für die Entstörung eines Kollektormotors ist in Abbildung 72 wiedergegeben. Hier werden zwei getrennte Blockkondensatoren mit einer Kapazität von je 0,1 Mikrofarad benötigt, außerdem wird, wenigstens für größere Motoren, ein Erdanschluß erforderlich.

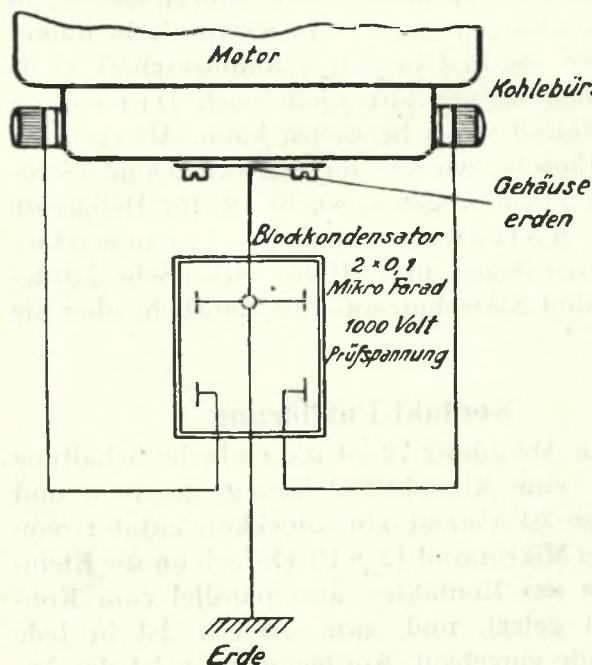


Abb. 72. Motor-Entstörung

An den beiden Kondensatoren verbindet man durch Lötung je eine beliebige ihrer Fahnen miteinander und mit der an den Körper des Motors gelegten Erdleitung; die dann noch freien zwei Fahnen werden mit je einer Motorbürste verbunden. Da bei allen Einzeluhren der Motor metallisch mit dem Uhrwerk verbunden ist, so wird man in vielen Fällen sich die eigentliche Erdverbindung sparen

können; es wird oft die Verbindung der zwei Fahnen miteinander und mit dem Uhrwerk genügen. Sollte das nicht der Fall sein, so kann man, bevor eine besondere Leitung zum Wasserrohr verlegt wird, noch versuchsweise die „Erdleitung“ mit dem Mauerhaken verbinden, an dem die Uhr hängt.

Es sei besonders darauf hingewiesen, daß die für Entstörungen verwendeten Blockkondensatoren hochisoliert sein müssen, um einen Durchschlag und damit eine Betriebsstörung zu vermeiden. Die Prüfspannung darf daher nicht unter 1000 Volt Gleichstrom liegen; besser sind 1500 Volt Prüfspannung.

Die Selbstanfertigung einer Hochfrequenzdrossel ist einfach. Man wickelt auf irgend eine feuerfeste Spule (Porzellan, Hartgummi, Hartpappe mit Schellack getränkt) rund 150 Windungen eines 0,3 bis 0,5 mm starken Lackdrahtes und befestigt an der Spule zwei Klemmen für die Anschlüsse. Nach Vollendung wird die ganze Spule mit einer Schellacklösung (Schellack in Spiritus aufgelöst) bestrichen.

Kontaktlose und kollektorlose Motoraufzüge (z. B. mit Ferraris-Motor) verursachen keinerlei Rundfunkstörungen.

XV. Das Entmagnetisieren der Uhrmacher-Werkzeuge

Erhöhte Magnetisierungsgefahr bei elektrischen Uhren

Es ist dem Uhrmacher aus der Praxis und aus seiner Fachliteratur hinreichend bekannt, daß die Magnetisierung der Uhren, insbesondere von Taschen- und Armbanduhren, infolge der starken Verbreitung elektrischer Anlagen durch die sogenannten magnetischen „Streifelder“ ständig zugenommen hat. Die großen Einflüsse der Magnetisierung auf den Gang von Taschen- und Armbanduhren machen sich besonders gerade bei den feinen Uhren störend bemerkbar, weil sie zum großen Teil mit Stahlspiralfedern statt mit solchen aus unmagnetischen Legierungen versehen werden, und weil hier dann meist die magnetischen Fehler größer als die sonstigen Gangfehler sind.

Aus dieser Tatsache geht eindringlich hervor, welche Sorgfalt der Uhrmacher nicht nur darauf verwenden muß, die ihm zur Reparatur gegebenen Taschen- und Armbanduhren auf Magnetismus zu prüfen und zu entmagnetisieren, sondern vor allem auch seine eigenen Werkzeuge von Magnetismus freizuhalten.

Da nun die meisten elektrischen Einzeluhren mehr oder minder starke magnetische Felder haben, so besteht selbstverständlich bei allen Reparaturen an elektrischen Uhren oder bei der Montage die Gefahr einer unter Umständen erheblichen Magnetisierung der Uhrmacher-Werkzeuge. Wenn ein Uhrmacher häufiger an elektrischen Einzeluhren zu arbeiten hat, so wird man ihm unbedingt empfehlen müssen, für die Arbeiten an diesen Uhren besonderes Werkzeug, insbesondere Schraubenzieher, Zangen usw., zu benutzen und dieses auch getrennt von den übrigen Uhrmacher-Werkzeugen aufzubewahren. Wenn, wie es vielfach der Fall sein wird, nur gelegentlich kleinere Reparaturen an elektrischen Einzeluhren unterlaufen, oder wenn doch einmal unachtsamerweise das übliche Werkzeug verwendet worden ist, so muß durch regelmäßige Kontrollen das Werkzeug auf seinen magnetischen Zustand geprüft und sorgfältig entmagnetisiert werden. Aber auch wenn gesondertes Werkzeug verwandt wird, ist dieses regelmäßig zu entmagnetisieren. Schließlich besteht auch für die Uhrwerkteile elektrischer Uhren eine erhöhte Magnetisierungsgefahr.

In der Werkstatt des Uhrmachers, der auch mit elektrischen Uhren arbeitet, darf deshalb auf keinen Fall der Kompaß bzw. das astatische

Nadelpaar zur Prüfung auf Magnetismus und der Entmagnetisierungsapparat zur Beseitigung des Magnetismus fehlen.

Es seien hier daher aus dem bekannten Fachbuch von Wilhelm Schultz, „Der Uhrmacher am Werkstisch“, achte Auflage, bearbeitet von Fr. A. Kames, das im gleichen Verlage erschienen ist, auszugsweise einige Abschnitte über das Prüfen auf Magnetismus und das Entmagnetisieren wiedergegeben.

Die Prüfung der Werkzeuge auf Magnetismus

Nähert man einen **u n m a g n e t i s c h e n E i s e n t e i l** (vgl. Abb. 73) dem Nordpol n der Magnetnadel eines Kompasses in der Richtung des

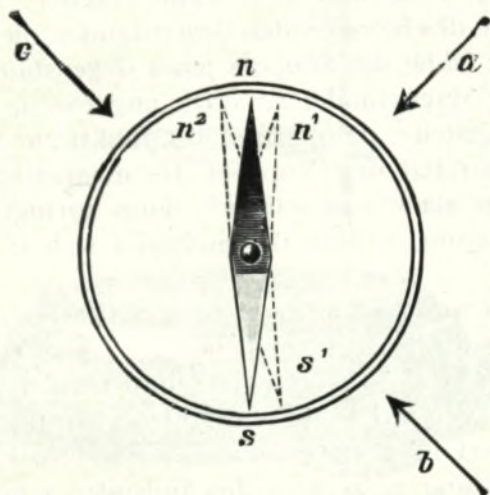


Abb. 73. Verhalten der Kompaßnadel bei Annäherung eines unmagnetischen Eisenteils

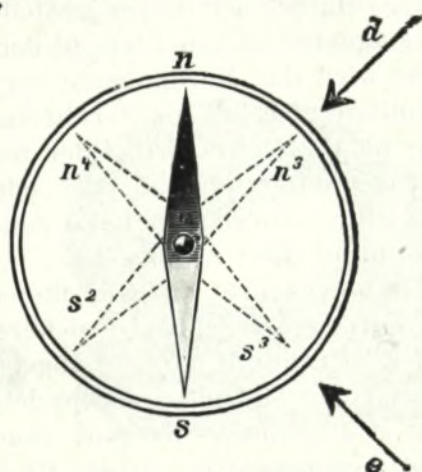


Abb. 74. Verhalten der Kompaßnadel bei Annäherung eines magnetischen Teils

Pfeiles a , so wird die Nadel, falls der betreffende magnetismusfreie Gegenstand, wie bei Werkzeugen allgemein zutreffend, genug Masse besitzt, also nicht allzu klein ist, etwa in die punktierte Stellung n^1 abgelenkt werden. Nähert man das gleiche Ende des betreffenden Gegenstandes dem Südpol s der inzwischen wieder in die Ruhelage übergegangenen Magnetnadel in der Richtung des Pfeiles b , so wird sie ungefähr in die punktierte Richtung s^1 abgelenkt werden. Nähert man es in der Richtung des Pfeiles c , so stellt sich n auf n^2 ein, und so fort; ein unmagnetischer Eisenteil zieht also immer die Nadel in jeder Richtung und an jedem Pol an, aber verhältnismäßig schwach. Bei ganz kleinen magnetismusfreien Gegenständen bleibt die Nadel überhaupt unbeweglich stehen, weil bei solchen die gegenseitige Anziehungskraft gar zu gering ist.

Ganz verschieden hiervon ist das Verhalten der Magnetnadel bei der Annäherung eines magnetischen Stahlteiles, und zwar deshalb, weil bekanntlich ungleichnamige magnetische Pole sich anziehen, gleichnamige Pole dagegen sich abstoßen. Jeder magnetische Gegenstand, gleichviel welcher Form oder Größe, hat mindestens einen Nord- und einen Südpol. Bei länglichen Gegenständen, wie es die meisten Werkzeuge sind, befindet sich, ähnlich wie bei der Kompaßnadel, der Nordpol am einen Ende, der Südpol dagegen am anderen Ende. Das Verhalten der Magnetnadel bei der Annäherung eines magnetischen Werkzeuges veranschaulicht Abbildung 74.

Man nähert beispielsweise — dies muß stets von der Seite her geschehen — das Werkzeug auf gut Glück dem Nordpol der Nadel in der Richtung des Pfeiles d (Abb. 74). Nun sind zwei Fälle möglich. Entweder befindet sich diejenige Stelle des betreffenden Gegenstandes, die wir der Magnetnadel zukehren, in der Nähe des Südpols jenes Gegenstandes. Dann wird das Nordpolende der Magnetnadel so stark angezogen, daß es vollkommen bis zur Berührungsstelle, nämlich in die punktierte Stellung n^3 abgelenkt wird. Oder man hat den Nordpol des magnetischen Gegenstandes sehr groß oder sehr stark magnetisiert; dann springt die Nadel im vorliegenden Falle ganz um, so daß ihr Südpol s sich in die Richtung d nach n^3 einstellt.

Der umgekehrte Vorgang findet am Südpol der Nadel statt. Hat z. B. die Spitze eines Schraubenziehers die Nordspitze n bei der Annäherung in der Richtung d nach n^3 abgelenkt (also angezogen), und man nähert sie nun der Südspitze der Nadel von e her, so wird diese in die Stellung s^2 abgestoßen werden. Nähert man statt dessen das andere Ende des Schraubenziehers in der Richtung e , so wird die Südspitze s in die Stellung s^3 angezogen werden, während die Nordspitze bei der Annäherung des gleichen Endes des Schraubenziehers in der Richtung d nach n^4 abgestoßen werden wird.

Das sicherste Kennzeichen für den vorhandenen Magnetismus ist somit nicht die Anziehung, sondern die Abstoßung der Magnetnadel. Das zu untersuchende Werkzeug muß deshalb stets beiden Spitzen der Magnetnadel und stets von der Seite her genähert werden. Ist es magnetisch, so wird der eine Pol der Nadel stets abgestoßen werden. Ist es nicht magnetisch, so bleibt die Magnetnadel überhaupt unbeweglich oder wird nur ganz wenig angezogen, aber an beiden Enden. — Während man einen Gegenstand entmagnetisiert, muß natürlich die vorstehend beschriebene Probe mehrmals vorgenommen werden. Erst wenn an keiner Spitze der Magnetnadel und mit keiner Stelle des untersuchten Gegenstandes eine Abstoßung der Nadel bewirkt werden kann, ist die Entmagnetisierung beendet.

Die Untersuchung mit einem astatischen Nadelpaar (vgl. Abb. 75), das ja noch viel empfindlicher als ein Kompaß ist, wird in der

gleichen Art durchgeführt. Da hier aber zwei Nadeln mit gekreuzten Polen vorhanden sind, braucht man nur von der oberen nach der unteren Nadel zu wechseln, um die Untersuchung einmal mit einem Nord- und einmal mit einem Südpol auszuführen.

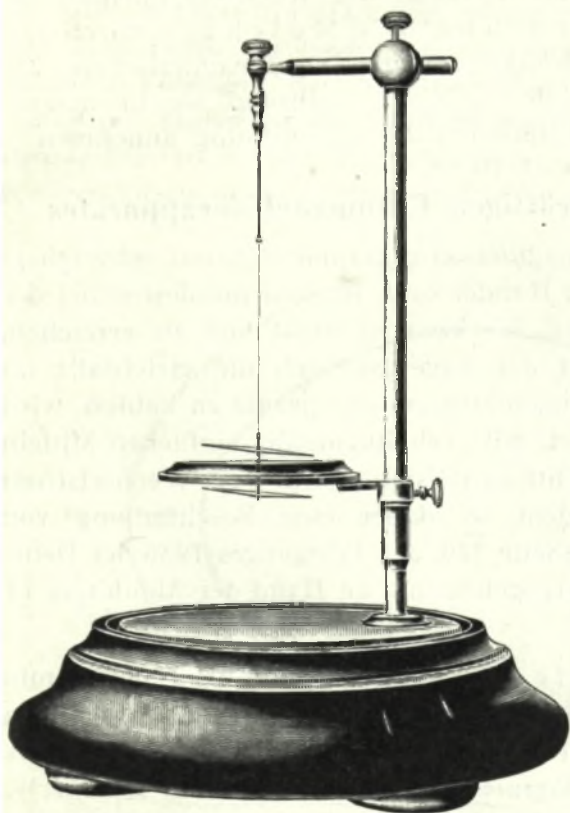


Abb. 75. Astatisches Nadelpaar

Das Entmagnetisieren der Werkzeuge

Für das Entmagnetisieren größerer Werkzeuge kann nur die Verwendung von Wechselstromspulen (vgl. Abb. 76) mit kräftigem Magnetfeld, also von genügend großen Abmessungen

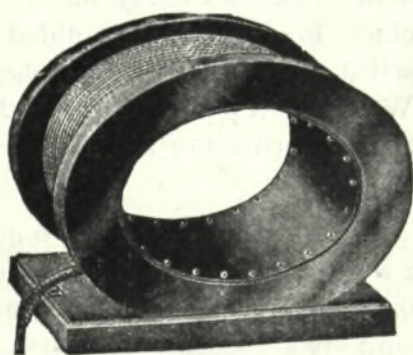


Abb. 76. Entmagnetisierapparat (Wechselstromspule)

und Windungszahlen, empfohlen werden, während die in der Fachliteratur vor allem für Orte mit Gleichstromnetzen empfohlenen Hand-Entmagnetisierungsapparate in den meisten Fällen für diesen Zweck ein zu schwaches Wechselfeld haben. Es wird dem Uhrmacher, der häufig magnetische Werkzeuge hat, der aber in einem Ort mit Gleichstromnetz ansässig ist, nichts anderes übrig bleiben, als entweder, wie schon bei den Prüfungen von Wechselstrom-Uhren empfohlen, im nächsten Dorf, das an die Überlandleitung angeschlossen ist, oder in einem anderen Bezirk einer Großstadt mit verschiedenen Stromarten die Entmagnetisierung vorzunehmen oder sich einen umlaufenden Umformer, der freilich ziemlich kostspielig ist, anzuschaffen. Die Kollegen in Orten mit Wechselstromnetzen, wie sie heute freilich überwiegen, sind in dieser Beziehung also bevorzugt.

Das Werkzeug wird in den mit einem Eisenblech ausgeschlagenen Hohlraum der Wechselstromspule eingeführt und dann der Strom einge-

schaltet. Das Werkzeug wird kurze Zeit in der Spule gelassen und dann, ohne daß man den Strom ausschaltet, ganz langsam aus der Spule herausgezogen und weit von ihr entfernt. Darauf erst wird der Strom ausgeschaltet. Die entmagnetisierende Wirkung der Wechselstromspule beruht darauf, daß eine Umlagerung der Moleküle durch den schnellen Wechsel des Magnetfeldes erfolgt. In unmagnetischem Zustande sind die Moleküle regellos gelagert, während sie in magnetischem Zustande eine ganz bestimmte Richtungsordnung annehmen¹⁷⁾.

Selbstanfertigung eines kräftigen Entmagnetisierapparates

Mit den billigen kleinen Entmagnetisierungsapparaten mit schwachem Magnetfeld, wie sie teilweise im Handel sind, ist zum mindesten bei der Entmagnetisierung von größeren Werkzeugen nicht viel zu erreichen. Mancher Kollege, der nicht in der Lage ist, sich die gleichfalls im Handel erhältlichen großen Entmagnetisierungsapparate zu kaufen, wird daher Interesse daran haben, sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln einen kräftigen und soliden Entmagnetisierapparat für Wechselstrom selbst anzufertigen. In folgendem sei daher eine Beschreibung von Walter Appelt aus Nr. 22, Seite 270, des Jahrganges 1936 der Deutschen Uhrmacher-Zeitung wiedergegeben und an Hand der Abbildung 77 erläutert.

Das dazu benötigte Rohmaterial sind etwa 800 bis 1000 Gramm zweimal baumwolleumspinnener Kupferdraht von 0,3 mm Durchmesser (nebenbei bemerkt, 800 Gramm solchen Drahtes sind etwa 1060 m, sind aber, grammweise gekauft, gar nicht so teuer!), ein Eisenblech von etwa 350 mm Länge, 65 mm Breite und etwa 0,3 mm Dicke. Die ovalen Rahmenbretter können aus 6 mm starkem Sperrholz herausgeschnitten werden. Das Eisenblech wird 3 mm vom Rande, in Abständen von etwa 12 mm, mit Nagellöchern versehen. Es läßt sich leicht mit der Hand zur ovalen Spulenform biegen und wird dann mit den beiden Sperrholzrahmen vernagelt. An der Stelle, wo Rahmen und Grundbrett miteinander verschraubt werden, können auch beide Rahmen etwas abgeflacht werden. (Bei der Zeichnung nicht berücksichtigt.) Die Rahmenhöhe wird dann besser 20 mm betragen.

Nun folgt das Wickeln des Drahtes auf folgende Weise: Das Blech muß vor Anfang der Wickelung zur Vermeidung von Berührungsfahr durch Starkstrom mit gut isolierendem Ölleinen verklebt werden. Die herausgeschnittenen Kernstücke des Spulenkörpers werden wieder eingesetzt, nachdem sie vorher genau zentrisch mit einem starken Bohrer gelocht sind, auf den Boherschaft aufgesteckt, und dann wird der ganze

¹⁷⁾ Vergl. Kesseldorfer, Grundbegriffe der Elektrotechnik, Seite 52.

Spulenkörper mit dem Bohrer in der Handbohrmaschine regelmäßig gedreht. Empfehlenswert ist es gegebenenfalls, zwischen je eine Lage ein Isolierpapier (Ölpapier) zwischenzulegen. Die Anfangs- und Enddrähte der Spule werden mit stärkerer, sauber isolierter Zuführungslitze verlötet. Zum Löten verwendet man am besten den im Radiogeschäft erhältlichen Lötdraht. Bei der Anwendung von Säure könnte bei nicht sorgfältiger Säuberung der Lötstelle der Draht zerstört werden. Die Zuführungslitze ist in eine Lüsterklemme mit Mittenloch geführt, die auf der Grundplatte angeschraubt ist. Die gesamte Spule wird außen gleich-

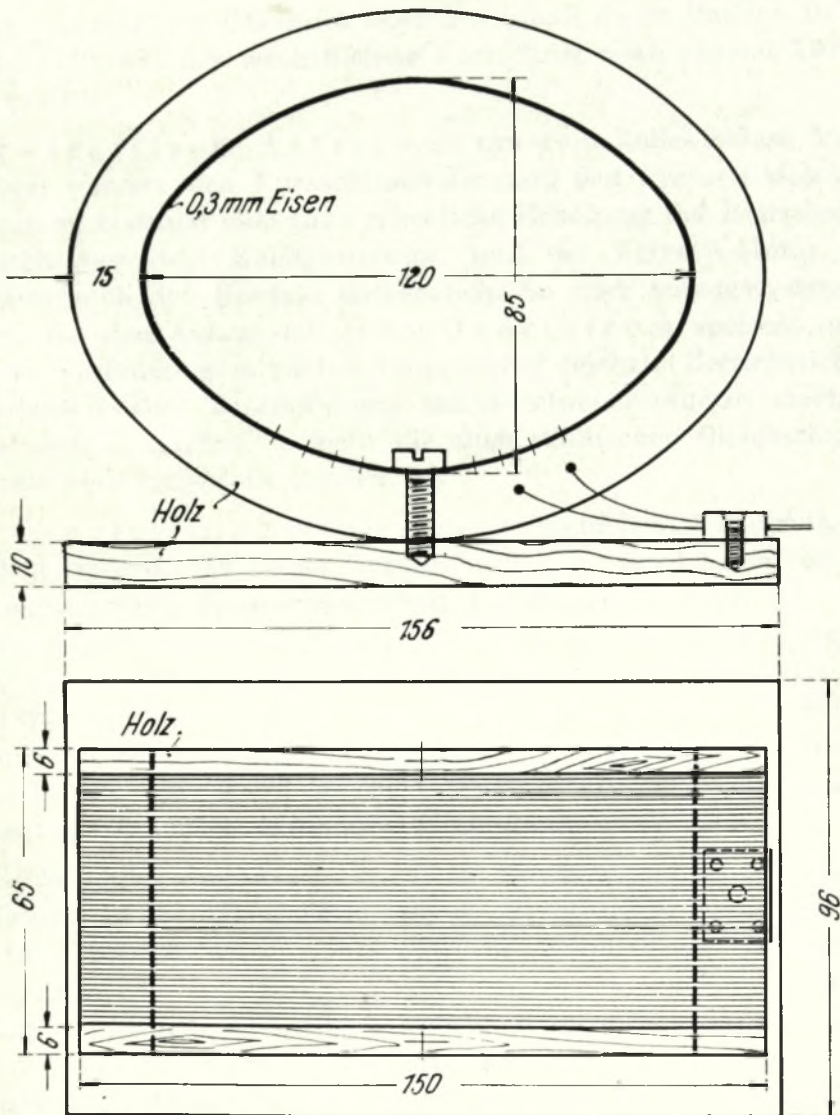
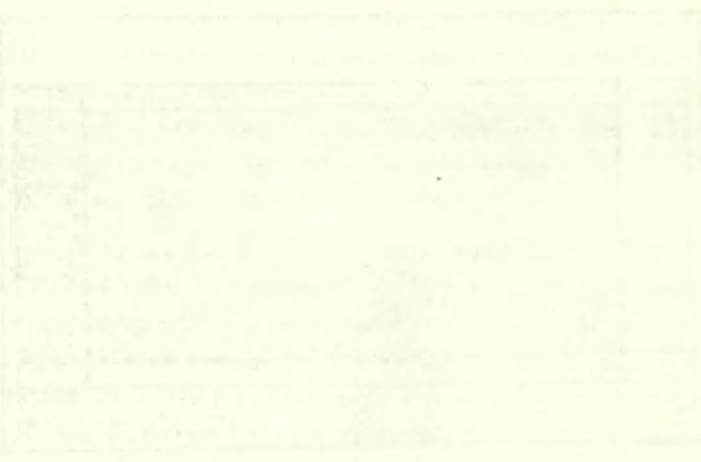


Abb. 77. Seitenansicht und Aufsicht auf den selbstangefertigten Entmagnetisier-
apparat (Maßstab 1 : 2)

falls mit isolierendem Ölleinen umwickelt. Der Anschluß an das Wechselstromnetz erfolgt in üblicher Weise mit Stecker und Schnur.

Der Stromverbrauch dieses Apparates beträgt nach einer oberflächlichen Messung etwa 40 Watt. Da der Apparat immer nur kurze Zeit in Betrieb ist, spielt der Verbrauch praktisch keine Rolle.



XVI. Fortschrittsergebnisse – Zusammenfassung

An dem Fortschritt deutscher Technik in den Nachkriegsjahren ist die Technik elektrischer Uhren anteilmäßig in sehr befriedigendem Maße beteiligt, das lehrt ein Überblick über den Inhalt dieses Bandes. In knapper Übersicht soll der wesentlichste Fortschritt noch einmal kurz umrissen werden.

Der elektrische Antrieb ist um zwei kollektorlose Motoren bereichert worden, den Kurzschlußläufer und den Ferraris-Motor. Ihre Verwendung bedeutet eine ganz erhebliche Erhöhung der Betriebssicherheit gegenüber dem Kollektormotor, und der Ferraris-Motor macht außerdem noch den Kontakt entbehrlich. So sind Aufzugssysteme entstanden, die den Aufzug mit einem Dauerstrom speisen, und die damit in Verbindung mit einer Gangreserve höchste Betriebssicherheit gewährleisten. Ihre Beschränkung auf Wechselstromnetze macht sich um so weniger fühlbar, je mehr die alten städtischen Gleichstromnetze auf Drehstrom umgestellt werden.

Die Gangleistung der Einzeluhr ist endlich und eindeutig dahin festgelegt worden, daß sie im Durchschnitt viermal besser ist als die der mechanischen Zimmeruhren mit halblangem Pendel. Das ist ein geradezu überraschendes Ergebnis. Ebenso ist erwiesen, daß Kurzpendeluhren sehr ungleichmäßige, vom Federablauf stark abhängige Gänge haben. Hinsichtlich der ersten Forderung, die an eine Uhr zu stellen ist, derjenigen nach genauem Gang, hat also die elektrische Uhr unter ihren mechanischen Schwestern gleicher Werkausführung bzw. angenähert gleichartiger Preislage überhaupt keine Konkurrenz mehr.

Die Weiterentwicklung der Konstruktion nach zielsicheren Richtungen ist wünschenswert. Eine als vordringlich erscheinende Verbesserung betrifft den Federablauf, die während der Tätigkeit der Gangreserve entstehende Kraftabnahme. Sie beeinflusst die Gangleistung so ungünstig, daß einige zufällige längere Stromunterbrechungen die Freude des Besitzers einer Einzeluhr an ihrem genauen Gang erheblich trüben könnten. Hier hat der Kraftregler, vorläufig allerdings nur für Unruhuhren, stark verbessernd eingesetzt; er hat eine neue Konstruktionsrichtung gewiesen. Eine Verminderung des Rei-

bungsfehlers wird sich durch Antrieb des Zwischenrades anstatt des Minutenrades und Verwendung einer sehr schwachen und langen Gangfeder erreichen lassen.

Wir dürfen hoffen, daß die nächsten Jahre die Einzeluhr, sei sie als Pendel- oder als Unruhuhr gebaut, zu einer preiswerten richtigen „Präzisionsuhr für den bürgerlichen Gebrauch“ gestalten werden. An den Uhrmachern ist es, diese Ganggenauigkeit der Einzeluhr in Verbraucherkreisen zu einem Begriff zu stempeln.

Anhang

Kurze Anweisung für das Rechnen mit Vorzeichen

Die nachstehende Zusammenstellung enthält die vier Grundrechnungsarten und die Benennung ihrer Glieder. Sie erleichtert dem Uhrmacher das z. B. bei Gangprüfungen wichtige Rechnen mit verschiedenen Vorzeichen.

Grundrechnungsart	Zusammenzählen (Addition)	Abziehen (Subtraktion)	Malnehmen (Multiplikation)	Teilen (Division)
Beispiel	$50 + 2$	$50 - 2$	50×2 oder $50 \cdot 2$	$50 : 2$ oder $\frac{50}{2}$
Die erste Zahl (50) heißt . . .	Summand	Minuend	Multiplikand	Dividend
Die zweite Zahl (2) heißt . . .	Summand	Subtrahend	Multiplikator	Divisor
Das Ergebnis heißt	Summe	Differenz	Produkt	Quotient

Man unterscheidet „Ziffern“ und „Zahlen“; eine Ziffer ist stets einstellig.

Begriffe

1. „Bestimmte“ Zahlen setzen sich aus Ziffern zusammen.
2. „Unbestimmte“ Zahlen werden durch Buchstaben bezeichnet.
3. „Absolute“ Zahlen sind solche ohne Vorzeichen.
4. „Relative“ Zahlen haben ein Vorzeichen.
5. „Positive“ Zahlen gehen von Null aufwärts.
6. „Negative“ Zahlen gehen von Null abwärts.
7. Das Zeichen für positive Zahlen ist ein Kreuz (+), das für negative ein Strich (—).

Klammerregeln

Erste Regel. Klammern mit dem Vorzeichen + können fortgelassen werden.

$$20 + (7 + 8) = 20 + 7 + 8 = 35.$$

$$20 + (7 - 2) = 20 + 7 - 2 = 25.$$

Zweite Regel. Klammern mit dem Vorzeichen — werden dadurch aufgelöst, daß man jedes innerhalb der Klammern stehende Vorzeichen in das entgegengesetzte verwandelt und die Klammern entfernt.

$$20 - (7 + 8) = 20 - 7 - 8 = 5.$$

$$20 - (7 - 2) = 20 - 7 + 2 = 15.$$

Die Addition

1. Mit gleichen Vorzeichen.

Regel. Die absoluten Zahlen werden addiert; das Vorzeichen bleibt bestehen. (Vergleiche die Klammerregeln.)

$$(+5) + (+13) = +5 + 13 = +18. \quad 0 + (+5) = 0 + 5 = +5.$$

$$(-3) + (-8) = -3 - 8 = -11. \quad 0 + (-8) = 0 - 8 = -8.$$

2. Mit ungleichen Vorzeichen.

Regel. Die absoluten Zahlen werden subtrahiert, die Differenz erhält das Vorzeichen der größeren Zahl. (Vergleiche die Klammerregeln.)

$$(+5) + (-7) = +5 - 7 = -2.$$

$$(+7) + (-5) = +7 - 5 = +2.$$

Die Subtraktion

Regel 1. Jede Subtraktion wird auf eine Addition zurückgeführt. (Siehe die Klammerregeln!)

Regel 2. Man gibt dem Subtrahenden (der abzuziehenden Zahl) das umgekehrte Vorzeichen und addiert dann nach den beiden Regeln für die Addition.

a) Nach der Regel 1 der Addition.

$$(+6) - (-5) = +6 + 5 = +11.$$

$$(-5) - (+6) = -5 - 6 = -11.$$

b) Nach Regel 2 der Addition.

$$(+6) - (+5) = +6 - 5 = +1.$$

$$(-6) - (-5) = -6 + 5 = -1.$$

$$(-6) - 0 = -6.$$

$$0 - (-6) = 0 + 6 = +6.$$

$$0 - (+6) = 0 - 6 = -6.$$

Die Multiplikation

Regel 1. Bei gleichen Vorzeichen sind die Produkte positiv.

$$(+5) \cdot (+8) = +40.$$

$$(-6) \cdot (-3) = +18.$$

Regel 2. Bei ungleichen Vorzeichen sind die Produkte negativ.

$$(+5) \cdot (-8) = -40.$$

$$(-6) \cdot (+3) = -18.$$

Die Division

Regel 1. Bei gleichen Vorzeichen sind die Quotienten positiv.

$$\frac{+10}{+2} = +5. \quad \frac{+1}{+1} = +1. \quad \frac{-10}{-2} = +5.$$

Regel 2. Bei ungleichen Vorzeichen sind die Quotienten negativ.

$$\frac{+10}{-2} = -5. \quad \frac{+1}{-1} = -1. \quad \frac{+2}{-10} = -0,2.$$

Stichwort- und Namenverzeichnis

Allstromuhren, Bauart	87	Eifert, A.	5, 8
Allstromuhren, Instand-		Electora-Uhr, Bauart	46
setzung	107	Electora-Uhr, Instandsetzung	101
Anlaufmoment	123	Electric-Schlagwerksuhr,	
Aron-Aufzug, Bauart	34	Bauart	82
Aron-Aufzug, Instandsetzung	99	Electric-Schlagwerksuhr,	
Assa-Uhr, Bauart	43	Instandsetzung	105
Assa-Uhr, Instandsetzung	101	Elektromagnetischer Pendel-	
Astatisches Nadelpaar	135	antrieb	29, 109
Ato-Uhr, Bauart	67	Elektromat-Uhr, Bauart	38
Ato-Uhr, Instandsetzung	110	Elektromat-Uhr, Instand-	
Ato-Uhr, Stromverbrauch	115	setzung	100
Aufhängung, Lotrechte	126	Elektronom-Haupt- und	
Aufzugsfolge	9, 10, 28	Nebenuhren, Bauart	63
Auto-Uhren, Bauart	86	Elektronom-Uhren, Instand-	
Auto-Uhren, Instandsetzung	106	setzung	103
		Elektronom-System	60
Baltzer, J.	5, 8	Elektrozeit-Schwachstrom-	
Bäuerle, T. — und Söhne	54	uhr, Bauart	37
Betriebssicherheit	124	Elektrozeit-Schwachstrom-	
Bürsten, Kollektor-	11	uhr, Instandsetzung	100
Bürstenbrücke	97	Elektrozeit-Starkstromuhr,	
		Bauart	33
Calora-Hitzdrahtuhr, Bauart	68	Elektrozeit-Starkstromuhr,	
Calora-Hitzdrahtuhr, In-		Instandsetzung	99
standsetzung	112	Element-Kapazität	115
Continova-Uhr, Bauart	30	Elementen, Prüfung von	124
Continova-Uhr, Instand-		Engel-Uhr, Bauart	59
setzung	99	Engel-Uhr, Instandsetzung	103
Cotna-Uhr, Bauart	85	Entmagnetisier-Apparat	135
Cotna-Uhr, Instandsetzung	106	Entstörungsmittel	129
Dolektra-Uhr, Bauart	84	Ferrarismotoren	53, 85
Dolektra-Uhr, Instandsetzung	106	Ferrarismotoren, Instand-	
Doll, Karl	84	setzung von	97
Differentialgetriebe	51, 52	Ferrarismotor als Zeitmesser	59
Drehstrommotoren	46	Ferramo-Uhr, Bauart	54
Drosseln	131	Ferramo-Uhr, Instandsetzung	102

Fuldensia-Uhr	27, 82	Instandsetzung elektrischer	
Funkenlöschung	23	Einzeluhren	89
Gangleistungen	7, 117, 139	Jauch & Schmid 30, 32, 35,	
Gangleistungs-Schnellprüfung	125	75, 87	
Gangkurven	118, 120	Jundes-Uhr ohne Gang-	
Gangprüfungen	118	reserve, Bauart	35
Gangreserve	10, 13, 28	Jundes-Uhr ohne Gang-	
Gangreservelose Jundes-Uhr,		reserve, Instandsetzung .	99
Bauart	35	Junghans, Gebr. — A.G. 46,	
Gangreservelose Jundes-Uhr,		60, 67	
Instandsetzung	99	Kames, Fr. A.	6
Gangsprung	121	Kapazität von Elementen .	115
Geräusche von elektrischen		Kathode	20, 21
Einzeluhren	11, 29	Kesseldorfer, W. 5, 8, 21,	
Gewaltprüfung	125	23, 26, 36, 43, 44, 45, 53,	
Gleichrichter	83	54, 88, 90, 109, 115, 122,	136
Gossen, P. & Co.	92, 93	Kienzle	82
Großman, Moritz	117	Kippkontakt	34, 35, 79
Hammerhub, Elektrischer .	80	Klammerregeln	141
Hatot	67	Klingel-Entstörung	130
Hauptstrommotoren 45, 49,	84	Körperschluß	96
Heliowatt-Uhr mit Aron-Auf-		Kohlerscher Kontakt	12
zug, Bauart	34	Kollektoren	11
Heliowatt-Uhr mit Aron-Auf-		Kollektormotoren . 45, 49,	84
zug, Instandsetzung	99	Kollektormotoren, Instand-	
Heliowatt-Uhr mit Ferraris-		setzung von	95
motor, Bauart	55	Kompass, Verhalten des —	
Heliowatt-Uhr mit Ferraris-		bei Annäherung von un-	
motor, Instandsetzung . .	102	magnetischen und magne-	
Heliowatt-Uhr mit Kollektor-		tischen Teilen	133
motor, Bauart	49	Kondensator	21, 23, 129
Heliowatt-Uhr mit Kollektor-		Kontaktabmessungen	22
motor, Instandsetzung . .	101	Kontaktldruck	21
Heliowatt-Werke . 34, 49,	55	Kontakt-Einstellung	93
Henker & Co.	64	Kontakte für Kleinspannun-	
Hitzdraht-Uhr Calora, Bau-		gen	21
art	68	Kontakten, Trennung von	
Hitzdraht-Uhr Calora, In-		Ein- und Ausschaltpunkten	
standsetzung	112	bei	24, 25
Hippsches Pendel, Bauart .	66	Kontakten, Mechanische	
Hippsches Pendel, Instand-		Oxydbeseitigung bei . . .	25
setzung	110	Kontakt-Entstörung	129

Kontakt-Erneuerung	93	Motorantriebes, Schwierig-	
Kontakt-Instandsetzung 90, 110		keiten des	11
Kontaktmetalle	25	Motor-Entstörung	130
Kontaktöffnung, Schnelle	22	Motoren, Stromverbrauch von	114
Kontaktprüfung	90		
Kontaktuntersuchungen, All-		Nebenschlußmotoren	45
gemeine Feststellungen aus	20	Nebenschlußprüfung	96
Kracker, Julius	40, 80	Neuelektro-Uhr, Bauart	64
Kraftregler siehe Optima-Uhr		Neuelektro-Uhr, Instand-	
Kurzschlußmotoren	45, 46	setzung	103
Kurzschlußmotoren, Instand-		Novochron-Uhr, Bauart	32
setzung von	97	Novochron-Uhr, Instand-	
Kuprox-Gleichrichter	83	setzung	99
		Nutzwinkel, verbleibender —	
Lagenschlußprüfung	96, 97	von Schwingankern	18
Lampe, Uhr mit Nachttisch-			
siehe Cotna-Uhr		Optima-Uhr, Bauart	75
Lichtbogen	20	Optima-Uhr, Instandsetzung	104
Lötröhrchen	98	Oxydbeseitigung siehe Kon-	
Lötung gebrochener Spulen	98	takte	
Magneta-Hauptuhr, Bauart	51	Pendelantrieb, Direkter 66, 70	
Magneta-Hauptuhr, Instand-		Pendelantrieb, Elektromagne-	
setzung	102	tischer	29
Magnetaufzügen, Stromver-		Pendelantrieb, Elektroma-	
brauch von	113	gnetischer, Instandsetzung	109
Magnetisierung von Pendel-		Pitsch, R., siehe Thermo-	
magneten	109	sicherung	
Magnetisierung von Werk-		Planetenge triebe	85
zeugen	132	Pneumatische Zeitübertra-	
Magnetsystemen, Instand-		gung (Elektronom-Neben-	
setzung von	94	uhren)	63
Mauthe, Friedrich, Uhren-		Polbreitenwinkel von	
fabriken	84	Schwingankern	18
Mavometer	93	Prüfung der Betriebssicher-	
Meßgeräte	91	heit	125
Möller-Uhr, Bauart	40	Prüfung der Werkzeuge auf	
Möller-Uhr, Instandsetzung	100	Magnetismus	133
Möller-Uhr mit Schlagwerk,		Prüfung von Einzeluhren auf	
Bauart	27, 80	technische Daten	122
Möller-Uhr mit Schlagwerk,		Prüfung von Elementen	124
Instandsetzung	105	Prüfung von Stromart und	
Motorantrieb für Schlag-		Spannung	126
werksuhren	27		

Quecksilberröhre der Elektrozeit-Starkstromuhr . . .	33	Spannung, Niedrigste Gebrauchs-	116
Quecksilberröhre der Novochron-Uhr	32	Stand der Uhr	117
Quecksilberröhren . . . 26,	126	Starkstrom, Vorsicht bei . . .	127
Rahabberger, C.	8	Steckdosen	127
Rhodium als Kontaktmaterial	26	Steigrad, Kraft am	123
Riefler-Uhr, Bauart 9, 12,	42	Thermosicherung nach	
Riefler-Uhr, Instandsetzung	101	Pitsch	31
Rundfunkstörungen	129	Thiesen, F.	5
Schild, A., S. A.	43	Totpunkte	11
Schlagwerksuhren 27, 62,	79	Unfälle, Elektrische	128
Schlötzer, A.	122	Unger, Prof.	16
Schmid & Co., Vve., Leon .	39	Unruh-Antrieb durch	
Schneider, F.	82	Schwachstrom, Direkter .	64
Schnellprüfung der Gangleistung	125	V. D. E.-Vorschriften . 33,	123
Schröder-Uhr, Bauart . . .	56	Vermietungsgesellschaften .	7
Schröder-Uhr, Instandsetzung	102	Verwendungsgebiete von verschiedenen Einzeluhren .	29
Schwachstromuhren, Stromverbrauch von	115	Vorzeichen, Rechnen mit verschiedenen	141
Schwinganker-Aufzug . . .	12	Wandermutter 47, 50, 54,	
Schwinganker-Systemen, Richtlinien für die Form und Bemessung von . . .	14	57,	85
Selbstinduktion 20,	22	Wagnersche Hauptuhr . . .	27
Shortt-Uhr, Bauart	70	Wechselstrommotoren . . .	45
Shortt-Uhr, Instandsetzung .	112	Werkzeuge, Das Entmagnetisieren der Uhrmacher- 132,	135
Sicherungen herausnehmen!	128	Werkzeuge, Isolierte	128
Siemens & Halske . 12, 57,	66	Wicklungen, Instandsetzung von	97
Siemens & Halske, Hauptuhr von	12	Widerstände, Vor-	91
Siemens-Zimmeruhr, Bauart	57	Wolfram	25
Siemens-Zimmeruhr, Instandsetzung	102	W.-Z.-Uhr, Bauart	72
Silber als Kontaktmaterial .	25	W.-Z.-Uhr, Instandsetzung .	112
Socher, v.	8	Zenith	68
Supremo-Uhr, Bauart . . .	39	Zuckschwerdt	26
Supremo-Uhr, Instandsetzung	100	Zugkraft von Magneten . .	17
		Zwischenrad, Antrieb des .	133

Anzeigen-Teil

**MARKE „FERRAMO“
BÜRGT FÜR QUALITÄT**



**ELEKTRISCHE
UHREN MIT
SELBSTAUFZUG
ZUM DIREKTEN
ANSCHLUSS
AN WECHSELSTROM**



**VERWENDBAR FÜR JEDES WECHSELSTROMNETZ, ALSO
AUCH DA, WO DIE FREQUENZ NICHT KONTROLLIERT WIRD.**

**EIN UND DIESELBE AUSFÜHRUNG FÜR SPANNUNGEN VON:
110, 160 und 220 VOLT.**

MIT GANGRESERVE BEI STROMUNTERBRECHUNG

**LIEFERBAR ALS:
EINFACHE WANDUHREN, DOPPELSEITIGE HÄNGEIHREN,
TISCHUHREN usw.**

MAN VERLANGE AUSFÜHRLICHE DRUCKSCHRIFTEN

UHRENFABRIK

**T. BAEUERLE & SÖHNE
ST. GEORGEN I. SCHWARZWALD 5**



ELEKTRISCHE UHREN

jeder Art für

Stark- und Schwachstrom



SYNCHRON-UHREN

mit Geh- und Schlagwerk
für jeden Spannungsbereich



JUNGHANS-ELECTORA

mit motorischem Aufzug



ATO-UHREN

mit Trocken-Element als Kraftquelle

Ato-Uhren werden als Einzel- und Hauptuhren geliefert. Letztere mit bis zu 100 Nebenuhren als Uhren-Anlage. Ato-Einzeluhren und Uhren-Anlagen zeichnen sich durch eine ausgezeichnete Regulierfähigkeit und dementsprechend hohe Ganggenauigkeit aus. Die Lebensdauer der Elemente beträgt 3 Jahre. Die geringen Kosten für ihren Ersatz betragen nur einen Bruchteil derjenigen aller Starkstrom-Systeme.

Junghans

Uhrenfabriken Gebr. Junghans A.-G., Schramberg/Württemberg.

Elektrische Uhren

setzen sich immer mehr durch. Der Uhrmacher, der sich den Verkauf der elektrischen Uhr erhalten will, muß über bestimmte Kenntnisse auf dem Gebiete der Elektrotechnik verfügen.

Als Einführung auf dem Gebiete der Elektrotechnik empfehlen wir:

Grundbegriffe der Elektrotechnik

das Buch von Dr. W. Kesseldorfer, das den besonderen Bedürfnissen des Uhrmachers Rechnung trägt.

Umfang 152 Seiten, 48 Abbildungen

Weiteres auf diesem Spezialgebiete wie u. a. die Werkstoffe der Elektrotechnik, die Grundlagen der Feinmechanik, die Elemente der elektrischen Uhren wird auch dem Nichtelektrotechniker verständlich durch das Buch

Praktische Elektrotechnik

von Dr. W. Kesseldorfer

Umfang 200 Seiten, 92 Abbildungen

Die Einrichtung, Anlage und den Betrieb elektrischer Zeitmesser behandelt das Buch

Elektrotechnik für Uhrmacher

von Johannes Zacharias.

2. Auflage. Umfang 236 Seiten mit 150 Abbildungen und 3 besonderen Tafeln.

Dieses im Jahre 1920 erschienene Werk besitzt nach wie vor seinen besonderen Wert.

Zu beziehen durch:

Deutsche Uhrmacher-Zeitung, Berlin SW 68



Die elektrischen Einzeluhren

Von
Oberingenieur F. Thiesen

**Elektrische Uhren
und Uhren
für technische
Zwecke**

Band I