

Die Haupt- und Nebenuhren

Von

Oberingenieur F. Thiesen

**Elektrische Uhren
und Uhren
für technische
Zwecke**

Band III

**Elektrische Uhren
und Uhren für technische Zwecke**

Band III

Die Hauptuhren und Nebenuhren

Ihre Bauart, Prüfung und Instandsetzung

Mit einem Abschnitt über elektrische Turmuhren

Von Oberingenieur F. Thiesen

Mit 106 Abbildungen

Berlin 1939

**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 1939

Druck von A. Seydel & Cie. G. m. b. H., Berlin SW 61

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Vorwort	5
II. Die Bedeutung der einheitlich genauen Zeit	7
III. Hauptuhren zum Antrieb polarisierter Nebenuhren	
1. Allgemeines	9
2. Hauptuhren für kleinere Leistungen	9
(Das Werk — Der Stromwechselkontakt — Die Kurzschluß-Vorwiderstände — Konstruktive Einzelheiten — Zweck der Funkenlöschung — Selbsttätig ein- und abschaltende Funkenlöschvorrichtung — Funkenlöschung für Großanlagen)	
3. Hauptuhren für größere Leistungen	18
(Mehrlinien-Kontakte — Der Relaisbetrieb — Die Unterhauptuhren)	
4. Hauptuhren ohne Laufwerke	22
5. Hauptuhren mit Sekundenkontakt	23
6. Hauptuhren für Schiffsanlagen	24
7. Hauptuhren mit Signaleinrichtung	24
8. Kontaktlose Hauptuhren	25
9. Die Nachstellvorrichtung	26
10. Die Schaltleistung der Stromwechselkontakte	26
11. Kontaktzeit und Schaltgeschwindigkeit	27
12. Das Einstellen der Hauptuhren auf genaue Zeit	29
(Die Handeinstellung — Die selbsttätige Einstellung nach dem Bahnzeichen — Die selbsttätige Einstellung durch Rundfunk)	
IV. Hauptuhren zum periodischen Einstellen mechanischer Uhren	
1. Die Systeme	32
(Allgemeines — Das Normalzeit-System — AEG-System — Grenzen der Reguliersysteme)	
2. Die Hauptuhren der Reguliersysteme	33
V. Der Aufzug der Hauptuhren	34
VI. Die Konstruktionen	
1. Hauptuhren für polarisierte Nebenuhren	35
(AEG — Bohmeyer — Heliowatt-Werke — Ato — Siemens, Telefonbau und Normalzeit — Magneta — Wagner — Bürk)	
2. Hauptuhren zum Einstellen mechanischer Nebenuhren	62
(AEG — Normalzeit)	
3. Hauptuhren mit Signaleinrichtung	64
VII. Die Reparatur der Hauptuhren	66
>Allgemeines — Die Kontakte)	
VIII. Das Zusammensetzen der Hauptuhren	68
IX. Die Nebenuhren	
1. Allgemeines	70
2. Gleichstrom-Nebenuhren	71
3. Stromwechselnebenuhren mit polarisiertem Anker	72
a) Wirkungsweise der polarisierten Systeme	72
b) Das Schwingankersystem	74
c) Das Drehankersystem	75
d) Werkgrößen und Einheitsuhr	77
e) Klemmenspannung, Stromstärke und Wattverbrauch	78

	Seite
f) Verbrauch und Nutzkräfte	79
g) Parallel- und Serienschaltung	85
h) Der Schaltweg	86
i) Schaltkonstante, Bremszeiten und Kontaktzeit	87
k) Kontaktabstand und Übersetzung	88
l) Wirkung der Selbstinduktion	89
m) Bestimmung der Regelspannung und des Widerstandes	89
n) Der Dauermagnet	90
o) Die Isolation	93
p) Die Konstruktionen (AEG — Heliowattwerke — Bohmeyer — Magneta — Hipp — Mix & Genest — Siemens — Stöhrer — Schönberg — Telefonbau und Normalzeit — Wagner — Bürk)	94
4. Stromwechsel-Nebenuhren mit umlaufenden permanenten Ma- gneten	108
a) Das System	108
b) Die Konstruktionen (Heliowattwerke, Junghans)	110
5. Die Kraftübertragung zur Minutenachse	111
6. Zeiger, Zifferblatt und Drehmoment	112
7. Uhren mit mehreren Zifferblättern	115
8. Die Gehäuse	116
9. Einbau in Wände	117
10. Die Beleuchtung der Zifferblätter	119
11. Nebenuhren für Sonderzwecke	120
a) Die Schiffsuuhren	120
b) Geräuschlose Nebenuhren	121
c) Sekunden-Nebenuhren	122
d) Nebenuhren mit Weckvorrichtung	122
e) Signal-Nebenuhren	122
f) Die Nebenuhr als Schaltuhr	123
12. Die Reklameuhren	123
13. Die Werberatbestimmung	124
14. Technische Daten verschiedener Nebenuhren und ihre Bewer- tung	126
15. Mechanische Nebenuhren für periodische Einstellung	130
16. Die Reparatur der Nebenuhren	130
a) Voraussetzungen	130
b) Der Dauermagnet	131
c) Die Spulen	131
d) Die Uhren mit Schwinganker	132
e) Die Uhren mit polarisiertem Drehanker	133
f) Die Uhren mit permanentem Drehanker	133
g) Die Zeiger	134
17. Die Ölfrage	134
X. Die elektrischen Turmuuhren	135
1. Allgemeines	135
2. Die Turmuhr als Hauptuhr	136
3. Die Turmuhr als Nebenuhr	137
4. Der elektrische Turmuuhrenaufzug	141
5. Motor-Zeiger- und Schlagwerke	142
6. Die Beleuchtung	142
7. Die Konstruktionen	143
XI. Stichwortverzeichnis	154

I. Vorwort

Trotz der Verbreitung der Synchronuhren werden die Haupt- und Nebenuhren ihren dauernden Wert behalten. Sie sind unentbehrlich sowohl für das Verkehrswesen wie auch für den Fabrikbetrieb; denn in ihrer Vereinigung zur Uhrenanlage dienen sie der von Stromausfällen unabhängigen Verbreitung der einheitlichen Zeit. Dementsprechend ist auch die Entwicklung ihrer Technik keineswegs vernachlässigt worden oder bereits abgeschlossen zu betrachten; die Konstruktionen haben eine Höhe der Vollkommenheit erreicht, die sogar den Fachmann zu einem eingehenden Studium zwingt. Das gilt besonders hinsichtlich der Hauptuhren, deren Spitzenerzeugnisse ein Laie bald zum „Automaten“ stempeln könnte.

Andererseits waren Wirkungsweise und Qualität der Nebenuhren bisher immer noch mit einem gewissen Geheimnis umkleidet, das dem Fachmann die Wahl des Fabrikates erschwerte. Dabei aber ist der Fachmann an diesen Uhren persönlich besonders interessiert, da er die Nebenuhr als Straßenuhr zur Bereitstellung genauer Zeit verwendet und sie damit als eins seiner besten Werbemittel schätzt. Wenn in neuerer Zeit auch Synchronuhren für diesen Zweck angeboten werden, und wenn auch bereits selbständige Zentral-Uhrenanlagen mit Synchron-Nebenuhren bestehen, so ist doch festzustellen, daß die Außenuhr des Uhrmachers als das Wahrzeichen genauer Zeit ohne eine Betriebsreserve nicht denkbar sein sollte und somit nur eine Stromwechsel-Nebenuhr sein kann. Die normale Synchronuhr ist die Uhr für den bürgerlichen Gebrauch, deren Wert nicht wesentlich dadurch vermindert wird, wenn sie infolge einer Netzstörung einmal stehen bleibt; auch die bereits erhebliche Mehrkosten verursachende Gangreserve-Synchronuhr ist bei längeren Stromunterbrechungen größeren Gangschwankungen oder bei Überschreiten der Gangreservezeit der Gefahr des Stehenbleibens ausgesetzt.

Die von einer Hauptuhr abhängige Stromwechsel-Nebenuhr liegt dagegen an einem besonderen Leitungsnetz, das kaum jemals gestört ist, und die Stromlieferung erfolgt aus galvanischen Batterien oder Akkumulatoren. Somit arbeiten die Stromwechsel-Nebenuhren mit einer höchsten Betriebssicherheit, und infolge der Steuerung durch die Hauptuhr verbreiten sie die völlig gesicherte einheitliche Zeit. Diese beiden Vorteile sind es, die den Zentral-Uhrenanlagen in Anwendung auf Verkehr und Technik den Vorrang bis heute sicherten und aller Aussicht nach auch weiter erhalten werden.

Der vorliegende Band III behandelt in sinngemäßer Folge die Hauptuhr von ihrer einfachsten Ausführung an bis zu vollselbstätig arbeitenden Bauarten; er erklärt die Wirkungsweise, die Bauausführungen und die verschiedenen Arten der Nebenuhren, und er gibt Anweisung für die Instandsetzung und für das Zusammensetzen. Eine große Anzahl von Fachleuten hat es verstanden, sich den Vertrieb von Haupt- und Nebenuhren zu einer erheblichen Einnahmequelle zu gestalten. Im Standesinteresse wäre es zu wünschen, daß sich jeder Fachmann diesem Gebiete zuwenden würde. Auch hier ist nur der Anfang schwer; sobald die Sonderkenntnisse erworben sind, entsteht auch der Wunsch nach ihrer praktischen Auswirkung. Wem aber diese Art der Werbetätigkeit absolut nicht liegt, der sollte doch den Ehrgeiz aufbringen, sich mit diesen elektrischen Uhren, ihrem Aufbau und ihrer Wirkungsweise so weit vertraut zu machen, daß er den Nachwuchs grundlegend unterweisen kann und vor den Kenntnissen fachfremder Leute nicht zurückzustehen braucht.

Der Band IV dieser Buchreihe kann als ein Ergänzungsband des vorliegenden gelten, da er die Uhrenanlagen in ihren vielfachen Systemen behandelt.

Den herstellenden Firmen danke ich für die Überlassung der erforderlichen Unterlagen und Musteruhren und dem Verlag besonders dafür, daß er die erheblichen Kosten der Herausgabe zu tragen sich bereit erklärte, um dadurch der Fachwelt die Möglichkeit zu geben, sich in ein an Bedeutung immer mehr zunehmendes Zweiggebiet gründlich einzuarbeiten zu können.

Höchberg-Würzburg,

Der Verfasser

II. Die Bedeutung der einheitlich genauen Zeit

Unsere Zeitbestimmung ist begründet auf der beständigen Regelmäßigkeit der Bewegungen von Himmelskörpern; die genaue Messung der Zeitintervalle erfolgt durch Anwendung der Pendelschwingung, die infolge der Gleichmäßigkeit der Gravitation der Erde innerhalb kleiner Schwingungsbogen isochron ist. Somit steht die Zeit in direkter Beziehung zur Regelmäßigkeit von Naturgesetzen; sie selbst ist uns der Maßstab des Regelmäßigen.

Die Ausübung jeder geregelten Tätigkeit im bürgerlichen Leben ist daher an die Beobachtung von Zeitabschnitten gebunden; sie erfordert die Möglichkeit der jederzeitigen Zeitableseung. Die Lebensweise des Kulturmenschen befindet sich daher in Abhängigkeit von zeitmessenden Apparaten. Greift die Beschäftigung mehrerer Personen und Lebenskreise ineinander, so müssen die Zeitmesser der einzelnen um so mehr übereinstimmend anzeigen, je enger die gegenseitige Verbindung ist, je mehr Personen aufeinander angewiesen sind, und je höher die Zeit von den Zusammenarbeitenden bewertet wird.

Das Bedürfnis nach übereinstimmender Zeit wächst also mit der Dichte der Bevölkerung und mit der höheren Bewertung der Arbeit; es ist eine Folge der Intelligenzsteigerung zum Wohl der Allgemeinheit. Die Versuche zur Schaffung einheitlicher Zeit sind daher alt, und sie sind von den Verwaltungen größerer Städte und Betriebe stets unterstützt worden. So war es bereits im Jahre 1876 dem ersten Erbauer brauchbarer Zentral-Uhrenanlagen, Dr. Hipp in Neuchâtel, gelungen, 745 Nebenuhren in 41 Anlagen unterzubringen.

Die Bestimmung der astronomisch genauen Zeit ist das Monopol der Sternwarten; die Übertragung geschieht seit einigen Jahren auf drahtlosem Wege über die Rundfunksender, und die Verbreitung der bürgerlichen Zeit wird zum größten Teil noch durch die mechanische Uhr bewirkt. Der neuzeitliche Verkehr dagegen, besonders der Eisenbahndienst, hat im Jahre 1886 begonnen, sich der nur auf elektrischem Wege möglichen Verbreitung einheitlicher Zeit zu bedienen, die seit der täglichen Zeitübermittlung durch die Funkstation Nauen ohne weiteres eine einheitlich - genaue Zeit sein kann, da die Genauigkeit der drahtlosen Zeitzeichenübermittlung auf Bruchteile einer Sekunde garantiert ist und man die Hauptuhren daher täglich nach ihnen korrigieren kann. Der Eisenbahnverkehr ist heute bereits so sehr von der einheitlichen Zeit abhängig, daß auf größeren Bahnhöfen die Abfertigung der Züge nur mit erheblicher Verspätung möglich ist, wenn die Bahnhofsuhrn auf nur wenige Minuten versagen.

Fast eine gleiche Abhängigkeit von der genauen Zeit ist seit der Umstellung auf wissenschaftliche Betriebsführung in der Industrie vorhanden; denn sie ist bedingt durch die Arbeits- und Akkordkontrolle, in neuerer Zeit noch viel schärfer durch die Kontrolle der Fließbarkeit, die meistens mit Sekunden rechnet. Mehr und mehr greift diese Zeitabhängigkeit auf den geschäftlichen und öffentlichen Verkehr und damit auch auf das Privatleben über, und zwar um so rascher und zwingender, je größere Verkehrszentren entstehen. So stehen alle Stadtverwaltungen mehr oder weniger vor der zwingenden Notwendigkeit, im ganzen Stadtgebiete auf irgendwelche Art eine einheitlich-genaue Zeit dem Verkehr und der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen zu müssen. Ohne allen Zweifel wird dies Bedürfnis mit jedem Jahre noch dringlicher werden; denn die Verkehrsverhältnisse werden weiter verbessert, die Arbeitsbedingungen des einzelnen weiter noch erschwert und damit die Pünktlichkeit noch mehr als bisher gefordert werden. Daher sollte der Fachmann, der aus dem gesteigerten Bedürfnis nur Nutzen ziehen kann, die Stadtverwaltungen in ihrem Bestreben nach Errichtung von Uhrenanlagen mit allen Mitteln unterstützen.

Der verstorbene Prof. Dr. Föster unterschied hinsichtlich der Anforderungen an die Genauigkeit der Zeitangabe das Bedürfnis der exakten Wissenschaften, der Präzisionstechnik, der „Präzisions-Verkehrsanstalten“ und der Arbeits- und Verkehrsgebiete aller Art¹⁾). Nach seiner Ansicht sollen Präzisions-Verkehrsanstalten ihre Zeitangaben unter Einhaltung einer Fehlergrenze von kleinen Bruchteilen der Minute erhalten und der normale amtliche und geschäftliche Verkehr sich mit der Einhaltung der Minute begnügen. Diese vor vierzig Jahren gegebenen Richtlinien können noch heute als den Erfordernissen genügend beurteilt werden; in der Genauigkeit der Zeitanzeige sind sie jedoch praktisch weit überholt. Seit Jahren stellen bekannte Fachleute die Forderung auf, daß die Hauptuhren öffentlicher Uhrenanlagen eine Fehlergrenze von ± 5 Sekunden nicht überschreiten sollen. Dieser Anspruch ist durchaus berechtigt und ohne jede Mühe einzuhalten, da das zweimal täglich gegebene Nauener Zeitsignal und die über den Hamburger Sender fünfmal täglich verbreiteten Kurz-Zeitzeichen weit unterhalb dieser Fehlergrenze bleiben.

Den Fachmann bitte ich aus den vorstehenden Ausführungen den Schluß zu ziehen, daß unser heutiges Leben ohne die Verbreitung der einheitlich-genauen Zeit im pulsierenden Verkehr und in der Industrie nicht mehr durchführbar wäre. Wer diese Tatsache sich ernstlich überlegt hat und daraus die Anforderungen zukünftiger Zeiten ableitet, der wird zum mindesten den Nachwuchs mit aller Energie das Gebiet der elektrischen Uhrenanlagen bearbeiten lassen, aber auch selbst nach Kräften Versäumtes nachzuholen suchen.

¹⁾ E.T.Z. 1880, Heft 7.

III. Hauptuhren zum Antrieb polarisierter Nebenuhren

1. Allgemeines

Die Hauptuhr einer Uhrenanlage hat zwei Aufgaben zu erfüllen, einmal den an sie angeschlossenen Nebenuhren minutlich, halbminutlich oder sekundlich je einen Stromstoß wechselnder Richtung zuzuführen und zum andern die Genauigkeit der Zeitanzeige sicherzustellen. Daher muß der Hauptuhrkontakt die Summe aller von den Nebenuhren verbrauchten Ströme dauernd betriebssicher schalten können, und ihre Ganggenauigkeit muß eine hohe sein. Bis auf mehrere neueste Bauarten wird der Hauptuhrkontakt durch ein besonderes, von dem Gehwerk für jeden Stromimpuls ausgelöstes L a u f w e r k angetrieben. Dieses und das Gehwerk selbst sollen von kräftiger Bauart sein; die treibende Kraft an den Steiggradzähnen soll nicht unter 1,5 cmg liegen, und an dem Windflügeltrieb des Laufwerkes soll ebenfalls eine genügende Kraft herrschen, damit das Dickwerden des Öles auf die Umdrehungsgeschwindigkeit des Windflügels ohne Einfluß bleibt.

Um Verwerfungen von Werk und Pendelaufhängung zu vermeiden, muß ein kräftiger Bau des Gehäuses mit kreuzweise verleimter Rückwand verlangt werden. Die Leitungen sollen nicht durch Tüllen, sondern über verdeckte Klemmen in das Gehäuse eingeführt sein, auch muß die Tür gefalzt sein, beides als Sicherheit gegen das Eindringen von Staub. Ein gutes Schloß ist als Abwehr gegen unberufene Eingriffe ebenfalls erforderlich.

2. Hauptuhren für kleinere Leistungen

Das Werk

Eine Hauptuhr soll des genaueren Ganges wegen durch Gewicht angetrieben werden; der Selbstaufzug muß daher ein Gewichtsaufzug sein. Besondere Sorgfalt ist auf einen kräftigen Tragstuhl zu legen, ebenso auf eine möglichst erschütterungsfreie Aufstellung oder Aufhängung. Jede Hauptuhr sollte daher an einer massiven Wand mit eisernen Bolzen verschraubt werden. Bei der heutigen Möglichkeit, täglich mehrmals die genaue Zeit aufnehmen zu können, ist die Anwendung eines Kompensationspendels von zweifelhaftem Wert; es verteuert die Anlage nicht unwesentlich. Jedoch sollte die Linse des Holzpendels bei einer Hauptuhr mit Sekundenpendel nicht unter 5 kg wiegen, bei Hängeuhren mit einem 80er Pendel rund die Hälfte. Alle Zapfen sollen gehärtet sein; auch muß ein sehr gutes Platinenmessing verwendet werden, damit

sich das Öl gut hält. Vor feinen Verzahnungen und dünnen Rädern ist zu warnen.

Die Leitungsführung innerhalb der Gehäuse muß so getroffen werden, daß das Werk mit wenigen Handgriffen herausgenommen werden kann. Schließlich werden die Fabriken allmählich daran denken müssen, die Stromzuführung zu dem Exzenter den Vorschriften des V.D.E. entsprechend zu isolieren. Denn einmal wird immer mehr zur ständigen Akkumulatorenladung übergegangen, und zweitens wird die Serienschaltung der Nebenuhren sich einführen; diese aber führt bei allen größeren Anlagen zu Starkstromspannungen!

Die minutliche Auslösung des Laufwerkes durch das Gehwerk kann nach dem System der Triebauslösung und der Präzisionsauslösung erfolgen. Die erste arbeitet ungenau; Zeitdifferenzen von zwei bis fünf Sekunden wird man häufig feststellen können. Diese Auslösung arbeitet in der Weise, daß auf die Exzenterachse des Laufwerkes ein Doppelarm aufgesetzt ist, von denen abwechselnd je ein Arm sich auf ein vorstehendes Trieb des Gehwerkes legt, dessen Zähne sich allminütlich genau um eine Zahnteilung drehen. Bei dieser Drehung gleitet schließlich der aufliegende Arm von dem Triebstabe ab; das Laufwerk setzt sich in Bewegung, und nach einer halben Drehung der Exzenterachse legt sich der zweite Arm der sogenannten „Peitsche“ auf den nächsten Zahn. Hierdurch hat auch der Kontakt-Exzenter sich um 180° gedreht und damit Kontaktenschluß herbeigeführt. Die Präzisionsauslösung wird durch das Steigrad ausgelöst; sie wirkt daher auf Bruchteile der Sekunde genau, wenn der Auslösezeitpunkt derartig eingestellt ist, daß er zeitlich mit dem Abfall des Steigradzahnes vom Grahamanker zusammenfällt.

Hinsichtlich der Räderübersetzung des Gehwerkes von Hauptuhren seien noch einige Angaben gemacht.

Gibt man dem Minutenrade 75, dem Mittelrade 64, dem Steigrade 30, dem Mittelradtrieb 10 und dem Steigradtrieb 8 Zähne, so ergibt sich eine Schwingungszahl von $\frac{75 \times 64 \times 30 \times 2}{10 \times 8} = 3600$ und damit eine Sekundenpendeluhr.

Erhält das Steigrad 40 Zähne, so wird die Schwingungszahl $\frac{75 \times 64 \times 40 \times 2}{10 \times 8} = 4800$, und das Pendel macht 80 Schwingungen/min.

Das Verhältnis $\frac{75 \times 60}{10 \times 8} = 60$ gibt an, daß bei beiden Uhren das Steigrad in der Minute einen Umgang macht, daß also auch der 80-Schläger die richtige Sekunde anzeigt.

Da ferner $60 : \frac{75}{10} = 8$ ergibt, so kann ein besonderes Trieb mit acht Zähnen die Laufwerksauslösung übernehmen.

Der Stromwechselkontakt

Da die Werke der neuzeitlichen Nebenuhren in später beschriebener Weise „polarisiert“ sind, sprechen sie nur auf Ströme wechselnder Richtung an, und so muß der Hauptuhrkontakt als Stromwechsel-(nicht „Wechselstrom“-)Kontakt ausgebildet sein. In der Abbildung 1 ist der allgemein benutzte Kontakt schematisch gezeichnet. Die Batterie liegt an einem Mittelstück und dem Exzenter d , der sich bei jedem Kontaktenschluß um 180° dreht. Die Kontaktfedern a und b legen sich mit Druck an das Mittelstück an. Bei der Drehung des Exzenters d nach rechts wird seine Nase mit der Feder b in Berührung kommen. Dadurch kommt die Batterie in einen Zustand des angenäherten Kurzschlusses, weil der Strom von der Batterie B über das Mittelstück, die Feder b und den Exzenter d fließt. Dieser Kurzschluß ist aber von sehr kurzer Dauer; auch ist der Übergangswiderstand zwischen b und d groß, da mit dem Augenblick ihrer Berührung die Feder d auch bereits etwas von dem Mittelstück abgehoben wird.

Der Exzenter hebt die Feder b dann von dem Mittelstück ab, und nun fließt ein Strom von der Batterie B über Mittelstück, a , Nebenuhr N , b und d zur Batterie zurück. Der Strom geht also von links nach rechts durch die Nebenuhr.

Am Schluß dieser halben Drehung des Exzenters wird seine linke Ecke noch b berühren, wenn sich b schon an das Mittelstück angelegt hat. Dadurch entsteht wiederum ein schnellverlaufender Kurzschluß der Batterie.

In der nächsten Minute beginnt der Exzenter seine Drehung aus der unteren Stellung, und er berührt die Feder a , was wieder den Batteriekurzschluß zur Folge hat. Sobald die Feder a von dem Mittelstück abgehoben ist, fließt der Strom von B über das Mittelstück, b , Nebenuhr N , a und d zur Batterie zurück, also diesmal von rechts nach links. Es tritt mithin bei jedem Kontaktenschluß ein Stromwechsel ein; die Spulen der Nebenuhren erhalten einmal den Strom aus der einen und das nächste Mal aus der anderen Richtung.

Der Kurzschluß — Vorwiderstände

Solange noch g a l v a n i s c h e Elemente für die Stromversorgung der Uhrenanlagen benutzt wurden, war der bei jedem Kontaktenschluß zweimal eintretende Batteriekurzschluß bedeutungslos, weil infolge des verhältnismäßig hohen inneren Batteriewiderstandes und der geringen Kurzschlußdauer die Stromstärke klein blieb.

Bei Anwendung von Akkumulatoren tritt aber stets eine hohe

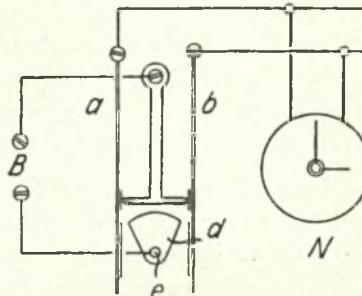


Abb. 1. Stromwechselkontakt

Kurzschlußstromstärke auf, welche die Kontaktteile mindestens verbrennt, oftmals aber geradezu abschmilzt. Man muß daher einen Widerstand in den Stromkreis legen, was am einfachsten und zweckmäßigsten durch Einschaltung einer kleinen Spule in die Plusleitung der Batteriezuführung in unmittelbarer Nähe der Plus-Anschlußklemme geschieht.

Es gibt zwar Kontaktkonstruktionen, die den Widerstand selbsttätig ein- und abschalten, aber sie komplizieren den Kontakt sehr, wodurch er erheblich teurer wird und besonders auch durch Unkenntnis bei der Einstellung leicht in Unordnung kommt.

Die Höhe dieses Vorschaltwiderstandes läßt sich leicht rechnerisch ermitteln. Ist x die Anzahl der für eine Batteriespannung erforderlichen galvanischen Elemente, r_1 der innere Widerstand eines solchen Elementes, y die Anzahl der für die gleiche Spannung erforderlichen Akkumulatorenzellen und r_2 der innere Widerstand einer dieser Zellen, so wird der Vorschaltwiderstand R bestimmt zu $R = x r_1 - y r_2$ Ohm.

Beispielsweise werden für eine Spannung von 24 Volt $24 : 1,5 = 16$ galvanische Elemente erforderlich, die einen inneren Widerstand von je 0,25 Ohm haben mögen. An ihre Stelle treten 12 Akkumulatorenzellen mit einem inneren Widerstand von je 0,05 Ohm. Dann ergibt sich ein Vorschaltwiderstand in Höhe von $R = (16 \times 0,25) - (12 \times 0,05) = 3,4$ Ohm, der ohne Schaden auf 4 bis 5 Ohm nach oben abgerundet werden kann. Wenn allerdings, wie es vorkommt, Widerstände von 10 bis 12 Ohm verwandt werden, so ist es kein Wunder, daß in Anlagen mit vielen Nebenuhren sich „schleichende“ Störungen einstellen, die niemand finden kann; denn beispielsweise bei einer Stromstärke von 1 Ampere wird ein Widerstand mit 12 Ohm von der Betriebsspannung 12 Volt abdrosseln, also die Hälfte der Betriebsspannung 24 Volt.

Konstruktive Einzelheiten

Von größtem Einfluß auf die Betriebssicherheit des Kontaktes sind seine Kraftverhältnisse. Ich habe eine ganze Reihe entsprechender Messungen ausgeführt. Bei kräftigen Kontakten habe ich nach Abbildung 1 in Höhe der Exzenterachse e an eine der beiden Kontaktfedern a oder b nacheinander verschiedene Gewichte gehängt. Ich fand, daß ein Gewicht von 5 g benötigt wurde, um die Feder so weit von dem Mittelstück abzuheben, wie es im Betriebe der Exzenter machen muß.

Da der Exzenter einen Halbmesser von 4,5 mm hatte, so ist die von ihm an der Kontaktfeder ausgeübte Kraft gleich $5 \times 0,45 = 2,25$ cmg. Da nun die Kraft an der Exzenterwelle zu 13 cmg gemessen wurde, so ergibt sich ein „Sicherheitskoeffizient“ der Exzenterbewegung von $\frac{13}{2,25} = 6$.

Ich mache besonders darauf aufmerksam, daß diesen besten Ergebnissen auch sehr minderwertige gegenüberstehen. Es gibt Hauptuhren,

deren Kontaktdruck unter 1 g liegt, während der erwähnte Koeffizient noch nicht die Ziffer 2 erreicht.

Die einzelnen Kontaktteile sind an allen ihren Berührungsstellen mit einem Edelmetallbelag zur Vermindehung der Oxydation belegt. Als Berührungsstellen gelten der wirksame Umfang des Exzenter, die von ihm und dem Mittelstück berührten Stellen der beiden Kontaktfedern und die beiden Querenden des Mittelstückes. Die Art des Edelmetalles richtet sich nach der Höhe der Betriebsspannung; bis einschließlich 24 Volt ist Platin-Iridium und darüber hinaus hartes Feinsilber am besten geeignet; ebenso wird man bei sehr hochbelasteten Kontakten dem Feinsilber den Vorzug geben. Im übrigen verweise ich auf die Ausführungen über Kontakte im Band I dieser Buchreihe, Seite 20 bis 26, und empfehle, den Exzenter, als den weitaus umfangreicheren Teil des Kontaktes, als Kathode zu benutzen, an ihn also den Minuspol zu legen.

Der Hauptuhrkontakt für kleinere Leistungen der Siemens & Halske A.-G. in Berlin ist in Abbildung 2 rechts mit geschlossenem und links mit offenem Stromkreis gezeigt. Er besteht aus einem Federsatz mit Punktkontakten nach Art der im Fernmeldewesen üblichen Konstruktion. Seine Arbeitsweise ist genau gleich der des in Abbildung 1 dargestellten Kontaktes; der Minuspol der Batterie ist an den Exzenter gelegt, und ein vorgeschalteter Widerstand verhindert das Anwachsen der Stromstärke im Augenblick des Kurzschlusses.

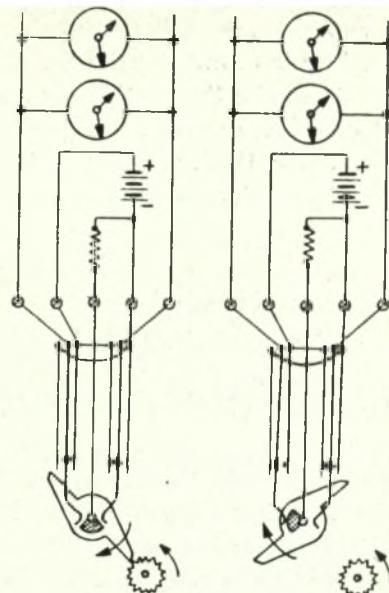


Abb. 2.

Siemens-Stromwechselkontakt für kleine Leistungen, links geöffnet, rechts geschlossen

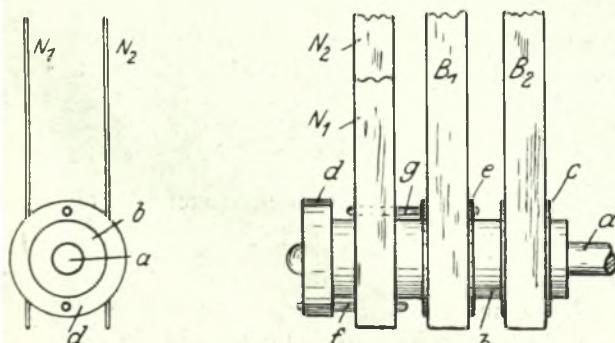


Abb. 3. Umlaufender Stromwechselkontakt

Einen umlaufenden Stromwechselkontakt, der hoch belastbar ist, zeigt Abbildung 3. Auf der Kontaktwelle *a*, die sich bei jedem Kontaktenschluß um 180° dreht, sitzt eine Isolierbuchse *b*. Auf dieser sind vier Kupfer- oder

Bronzescheiben befestigt, von denen *c* und *d* metallisch miteinander verbunden sind. In die Scheiben *e* und *d* sind, um 180° zueinander versetzt, starke Silberstifte *f* und *g* eingesetzt. Zu ihnen sind die beiden mit den Nebenuhren zu verbindenden Federn *N₁*, *N₂* derartig angeordnet, daß bei einer Drehung der Achse *a* Berührung eintritt. Die beiden Federn *B₁*, *B₂* werden mit der Batterie verbunden.

Zweck der Funkenlöschung

Bei jedem Öffnen eines „induktiv“ belasteten Stromkreises, also auch jeder Nebenuhren enthaltenden Strombahn, springt am Kontakt ein Funke über, falls der Energie der Selbstinduktion nicht ein geschlossener Weg zum Verlaufen zur Verfügung steht. Dieser „Öffnungsfunke“ ist um so stärker, je mehr Windungen die Spulen der Nebenuhren haben, und je größer die Gesamtstromstärke aller Nebenuhren ist. Da nun bei Minutenpringern der Hauptuhrkontakt täglich 1440mal geöffnet wird, so ist es erklärlich, daß auch der kleinste Funke den besten Kontaktbelag allmählich zerstören muß. Somit werden Vorrichtungen erforderlich, die der Energie der Selbstinduktion einen künstlich hergestellten Weg zum Verlaufen bieten, wie sie in den „Funkenlöschspulen“ gefunden worden sind.

Der normale Stromwechselkontakt nach den Abbildungen 1 und 2 besitzt eine natürliche Funkenlöschung, die darin besteht, daß die Kontaktfedern *a* und *b* stets schon an dem Mittelstück anliegen, wenn der Kontakt sich an der Exzenterecke öffnet. Die Energie der Selbstinduktion aus den Nebenuhren kann sich daher widerstandslos über das Mittelstück ausgleichen.

Es kommt jedoch recht oft vor, daß sich im Lauf der Zeit eine geringe Schmutzschicht zwischen dem Querstück und den Federn ansetzt, und das bietet dem Funken Gelegenheit zum Überspringen, wodurch dann meistens die Berührungsstellen verbrannt werden. Die Betriebssicherheit wird daher wesentlich erhöht durch Anwendung einer Funkenlöschspule, welche die Kontaktfedern *a* und *b* überbrückt. Die Höhe des Widerstandes der Spule bestimme man ungefähr nach der Belastung, beispielsweise bei 20 Uhren 600 Ohm, bei 50 Uhren 500 Ohm, bei 100 Uhren 300 Ohm, als niedrigste Stufe 200 Ohm. Bei Anwendung der Relaischaltung (siehe Abschnitt 3) werden diese Spulen an den Relaiskontakte unbedingt erforderlich, da die Stromwenderelais die Möglichkeit nicht bieten, die Nebenuhrleitungen zwischen den Augenblicken des Springens der Zeiger kurzzuschließen.

Der Mangel eines geschlossenen und niedrigohmigen Weges zum Ausgleich der Selbstinduktion bringt neben dem Verbrennen der Kontaktstellen noch eine weitere Störungsmöglichkeit in Netzen mit parallelgeschalteten Nebenuhren mit sich. Die Selbstinduktionsenergie

einer Nebenuhr kann infolge der Parallelschaltung über benachbarte Uhren fließen, und zwar ist die Stromrichtung in den benachbarten Uhren stets eine zum letzten Primärstrom entgegengesetzte. Hängt nun eine große Nebenuhr neben einer oder mehreren kleinen, und ist der Leitungs-widerstand bis zur Funkenlöschspule in der Hauptuhr ein hoher, so ist mit ziemlicher Sicherheit zu erwarten, daß die kleinen Uhren von der großen beeinflußt werden, also doppelt springen, und zwar regelmäßig nach jedem Kontaktenschluß. Die einfache Abstellung dieses Fehlers besteht darin, daß man die Anschlußklemmen der kleinen Uhr durch einen Widerstand von etwa 500 bis 800 Ohm überbrückt.

Selbsttätig ein- und abschaltende Funkenlöschvorrichtung (Wagner)

Ein in Tausenden von Hauptuhren verbreiteter Stromwechselkontakt von Wagner in Wiesbaden ist mit einer selbsttätig sich ein- und abschaltenden Funkenlöschvorrichtung versehen, wie die Abbildung 4 sie zeigt. Die Anschlußklemmen K , L , Z , R sind oben auf dem Gehäuse angebracht. Von K führt eine Leitung zu der isolierten Brücke B , von L und R je eine zu den Kontaktfedern a und b und von Z eine solche zu dem Mittelstück c .

Nach alter Regel des Hauses Wagner wird an K der Pluspol und an Z der Minuspol der Batterie gelegt, obgleich es aus schon angeführten Gründen umgekehrt vorteilhafter wäre. An der Exzenterwelle d schließen die an der Werkplatte verschraubten Strom-Übertragungsfedern e_1 , e_2 . Diese über der Werkplatte vorstehende Welle d trägt am Ende den Exzenter f und einen zweiarmigen Kontakt-nocken g . Ober- und unterhalb der Exzenterwelle ist je eine Hilfs-Kontaktfeder h_1 und h_2 an der Brücke B verschraubt. Ein Ende der Widerstandsspule i ist mit dieser Brücke, das andere mit dem Werk verbunden. Die Doppelfedern e und h sind deshalb paarweise vorhanden, um die Exzenterwelle nicht einseitig mit Druck zu beladen.

Die Wirkungsweise dieser vorzüglich arbeitenden Einrichtung ist folgende: Wenn die rechte Ecke des Exzentrers f die Feder b berührt,

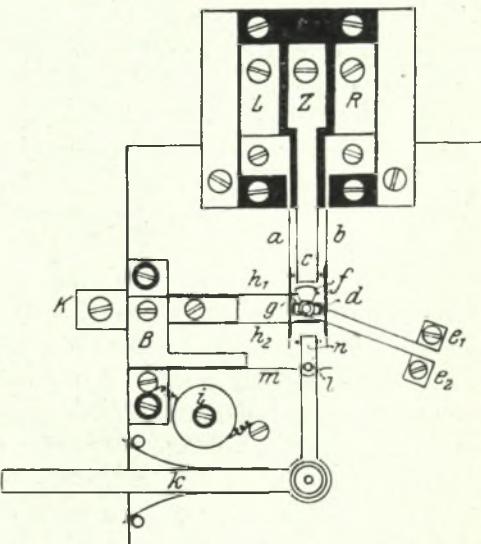


Abb. 4. Stromwechselkontakt mit selbsttätig geschalteter Funkenlöschvorrichtung

findet noch kein Kontaktschluß zwischen dem Nocken g und den Federn h_1 , h_2 statt. Dann ist der Strom im Augenblick des Kurzschlusses gezwungen, von K über B , den Widerstand i , die Werkplatte, e_1 und e_2 , d , f , b , c nach Z zu fließen. In den Stromkreis ist also jetzt ein Widerstand eingeschaltet, der bei einer Betriebsspannung von 12 Volt den Wert von 60 Ohm hat. Zwischen dem Nocken g und den Federn h_1 , h_2 soll erst dann Kontaktschluß eintreten, wenn der Exzenter f mit Sicherheit die Feder b (oder a) von dem Mittelstück c abgehoben hat. Im ersten Augenblick wird also auch der durch die Nebenuhren fließende Betriebsstrom geschwächt sein. Er steigt erst dann zu seiner vollen Höhe an, wenn g mit h_1 , h_2 in Berührung kommt, da dann der Strom von K über B , h_1 und h_2 , g , f , b , R , die Nebenuhren, L , a und c nach Z fließt, der Widerstand i also dann im zweiten Stromweg über e_1 , e_2 parallel geschaltet ist.

Bei der Stromabschaltung soll die Verbindung zwischen dem Nocken g und den Federn h_1 , h_2 früher aufgehoben sein als die zwischen dem Exzenter f und der Feder b (oder a); der Strom soll also nochmals über der Widerstand i fließen, um sowohl als Betriebsstrom wie auch im Kurzschlußweg geschwächt zu werden. Die Trennung zwischen dem Nocken g und den Federn h_1 , h_2 muß erfolgen, bevor die Feder b (oder a) sich an das Mittelstück c anlegt. Die Schwächung des Betriebsstromes hat eine verhältnisgleiche Schwächung des Magnetismus der Nebenuhrmagnete und damit der Energie der Selbstinduktion zur Folge. Entsteht diese Energie noch vor der Berührung einer der Kontaktfedern a oder b mit dem Mittelstück c , so kann sie von R über b , f , e_1 und e_2 , i , B , K , Batterie, Z , c , a und L (oder umgekehrt) verlaufen. Damit ist die Gefahr beseitigt, daß die Selbstinduktionsströme über die Berührungsstellen $c-a$ oder $c-b$ fließen und diese bei einem augenblicklich bestehenden erheblichen Übergangswiderstand oxydieren.

Die Wirkung der Spule i auf die Stromdrosselung kann man rechnerisch erfassen. Bei einer Betriebsspannung von 12 Volt und einer Betriebsstromstärke von 0,50 Ampere beispielsweise ergibt sich ein Kombinationswiderstand der in Parallelschaltung liegenden Nebenuhren von $12 : 0,50 = 24$ Ohm. Zu diesem wird die Spule mit einem Widerstand von 60 Ohm in Reihe gelegt, und hieraus errechnet sich eine Drosselung der Stromstärke von 0,50 Ampere auf $12 : (24 + 60) = 0,14$ Ampere. Entsprechend dem Verhältnis $0,50 : 0,14$ wird daher auch die Energie der Selbstinduktion noch vor der Kontaktöffnung unschädlich gemacht. Der vielbesprochene „Kurzschlußstrom“ kann dagegen bei vorgeschaltetem Widerstand auf höchstens $12 : 60 = 0,20$ Ampere anwachsen; er wird aber tatsächlich durch den Kontakt-Übergangswiderstand auf einen geringen Bruchteil dieses Wertes herabgedrückt.

Der Hebel k dient als „Fortstellhebel“ zum Ein- und Nachstellen der Nebenuhren; die Feder m tritt bei Rechts- und Linksschwenkungen des

Hebels mit dem Stift *l* in Kontakt und ebenso die beiden Stifte am oberen Hebelende abwechselnd mit den Kontaktfedern *a* und *b*.

Über die genaue Einstellung der Kontaktteile ist im Abschnitt VIII Näheres mitgeteilt.

Funkenlöschung für Großanlagen

Die für Großanlagen erforderlich werdende Funkenlöschung bereitet größere Schwierigkeiten. Man arbeitet teilweise mit niedrigohmigen Überbrückungswiderständen, die erstens einen nicht unwesentlichen Stromverlust verursachen, und die zweitens die Kontakte belasten, teilweise mit einer Serie von Verzögerungs-Relais (siehe Teil VI, Abschnitt 2), die recht kostspielig sind.

Diesen Schwierigkeiten kann man begegnen durch Anwendung einer Schaltung nach Abbildung 5, die in einer Anlage mit 300 großen Nebenuhren sich als sehr zuverlässig wirkend erwiesen hat. An das Mittelstück des Stromwechselkontakte nach Abbildung 1 oder bei Anwendung von Relais nach Abbildung 8 an jede

der beiden Nebenuhrenleitungen N_1 und N_2 wird ein Schwingungskreis gelegt, der mit Erde verbunden ist. Der Schwingungskreis besteht aus einer bifilar gewickelten Spule von rund 20 Ohm und einem Kondensator mit einer Kapazität von 1 Mikrofarad. Dieser Kondensator muß unbedingt durchschlagsicher sein und daher für eine Gleichstrom-Prüfspannung von nicht unter 1500 Volt bemessen sein.

Die einzelnen in den Nebenuhren induzierten Selbstinduktionsströme entladen sich bei dieser Schaltung im Schwingungskreis und zur Erde. Die Kapazität des Kondensators muß der von ihr zu verarbeitenden Selbstinduktionsenergie so weit angemessen sein, daß er nicht zu sehr überladen wird, also nicht zu stark nach Erde „überschäumt“.

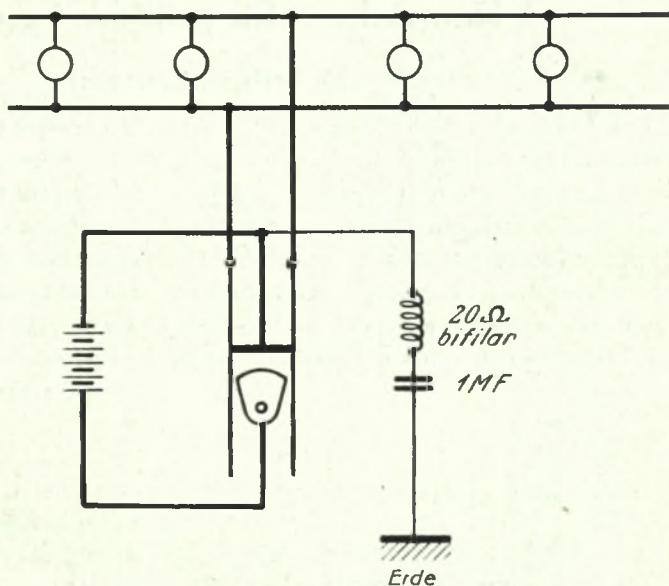


Abb. 5. Funkenlöschung durch geerdeten Schwingungskreis

Will man bei Anwendung von Relais nach Abbildung 8 anstatt der Schwingungskreise L o s c h s p u l e n verwenden, so sollte an die Klemmen N_1 , N_2 ein Widerstand von 200 bis 400 Ohm bei der Betriebsspannung von 24 Volt gelegt werden. Für die Funkenlöschung am Hauptuhrkontakt a — d bedarf es einer Überbrückung der Magnetwicklungen von e und f von je 400 bis 600 Ohm. Je höher die Stromstärke des Netzes und die Selbstinduktion der Spulen e und f ist, um so niedriger müssen die Schutzwiderstände bzw. die Widerstände der Löschspulen sein.

Die Funkenfreiheit eines Kontaktes läßt sich einwandfrei nur im Dunkeln prüfen.

3. Hauptuhren für größere Leistungen

Mehrlinienkontakte

Der Schweizer Mechaniker Hipp hat die ersten brauchbaren Uhrenanlagen mit Stromwechselbetrieb gebaut. Er erkannte bald, daß weder seine galvanischen Elemente noch seine Hauptuhrkontakte geeignet waren, die für eine größere Anzahl Nebenuhren erforderliche Stromstärke zu liefern bzw. zu schalten. Dadurch kam er auf den Gedanken, das Uhrennetz in Zweige, in Linien, aufzuteilen und in diese durch einen besonderen Kontakt allminutlich nacheinander einen Stromstoß wechselnder Richtung zu schicken.

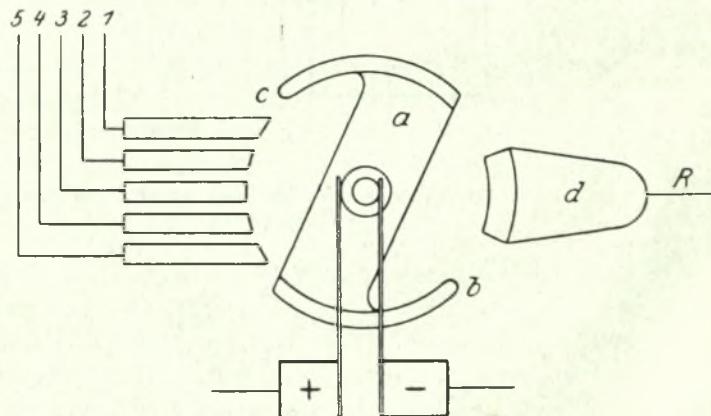


Abb. 6. Mehrlinienkontakt nach Grau

Der aus diesem Grunde von Hipp konstruierte Mehrlinienkontakt verlangt jedoch für gute Arbeitsweise eine stetige sorgfältige Wartung. Dem Hofuhrmacher Grau in Kassel gelang es, eine sehr verbesserte Konstruktion zu finden, die in Abbildung 6 für An-

wendung auf fünf Linien veranschaulicht ist. Auf der bekannten Exzenterwelle des Laufwerkes sitzt ein Kontaktgeber *a* mit zwei isolierten Segmenten *b* und *c*, von denen je einer mit einem der Batteriepole verbunden ist. Der Kontaktgeber macht jede Minute eine Halbdrehung, so daß in der gezeichneten Stellung und bei Rechtsdrehung das Segment *b* nacheinander die einzelnen Linien-Kontaktfedern *l* bis *5* berührt und das Segment *c* während der ganzen Kontaktzeit auf dem Kontaktteil *d* der gemeinsamen Rückleitung *R* (oder Erdleitung) schleift. In der nächsten Minute wechseln die Segmente ihre Funktion, wodurch gleichzeitig der Strom-Richtungswechsel entsteht.

Diese im Prinzip gute Kontaktanordnung ist von Johannes Wagner in Wiesbaden zu einer hervorragend geeigneten, sinnreichen Konstruktion verbessert worden, die in fast allen älteren städtischen und Bahnhofs-Uhrenanlagen des In- und Auslandes noch heute ihren Dienst versieht. Dieser Linienkontakt ist in Abbildung 7 veranschaulicht. Auf dem Kontaktträger *a* sind, isoliert voneinander, zwei Kontakthalbringe *b* und *c* mit je einem Kontaktnocken befestigt. Der eine Halbring ist mit dem Kupferpol, der andere mit dem Zinkpol der Batterie verbunden; die Nocken schleifen minutlich abwechselnd an den Linienfedern *l*₁ bis *l*₆ vorbei, geben Kontakt und wechseln die Stromrichtung. An die Klemme *R* wird die gemeinsame Rückleitung und an die Linienklemmen *L*₁ bis *L*_{VI} die einzelnen Linienleitungen gelegt. Der Widerstand *W* verhindert das Anwachsen der Stromstärke im Augenblick des Kontaktenschlusses und der Unterbrechung.

Dieser Kontakt, der auf die bekannte Exzenterwelle des Laufwerks gesetzt wird, erfordert ein kräftiges Laufwerk. Erfahrungsgemäß kann er je Linie eine Leistung von 12 Volt und 1,8 Ampere schalten, also eine Energie von $12 \times 1,8 \times 6 = 21,6$ Watt, entsprechend $21,6 : 0,15 = 144$ Nebenuhren mittlerer Größe, wenn für diese ein Durchschnittsverbrauch von 0,15 Watt angenommen wird.

Der Nachteil des Linienbetriebes liegt einmal in dem nicht gleichzeitigen Fortstellen der Linien, denn der sechste Linienkontakt schließt sich immer-

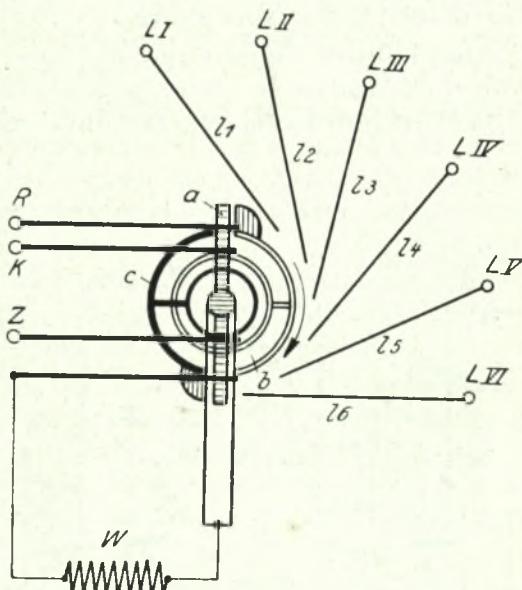


Abb. 7. Mehrlinienkontakt nach Wagner

hin rund sechs Sekunden später als der für die erste Linie. Zum andern ist auch seine Leistung gegenüber den heutigen Anforderungen beschränkt.

Der Relaisbetrieb

Städtische und industrielle Uhrenanlagen mit 500 Nebenuhren und mehr gibt es bereits mehrfach. Da auch für große Anlagen die Schaltleistung eine Reserve verlangt, so ergibt sich ein Anspruch auf die Schaltmöglichkeit von wenigstens 1000 Nebenuhren.

Eine mittlere Nebenuhrgröße besten Fabrikates hat einen Verbrauch von 0,12 Watt, eine schlechte dagegen verbraucht manchmal mehr als 0,20 Watt. Ein Durchschnittsverbrauch von 0,15 Watt angenommen, er-

gibt sich daher für 1000 Nebenuhren eine Schaltleistung an den Kontaktteilen von 150 Watt. Diese Leistung soll allminutlich auf Jahre hinaus sichergestellt sein, bei $60 \times 24 \times 365 = 525\,600$ Kontaktenschlüssen jährlich. Man erfüllt diesen Anspruch durch die Zwischenschaltung von besonderen

Stromwenderelais zwischen die Hauptuhr und die Nebenuhrleitung, so daß der Hauptuhrkontakt nur noch mit dem ganz geringen Verbrauch der Stromwenderelais belastet ist.

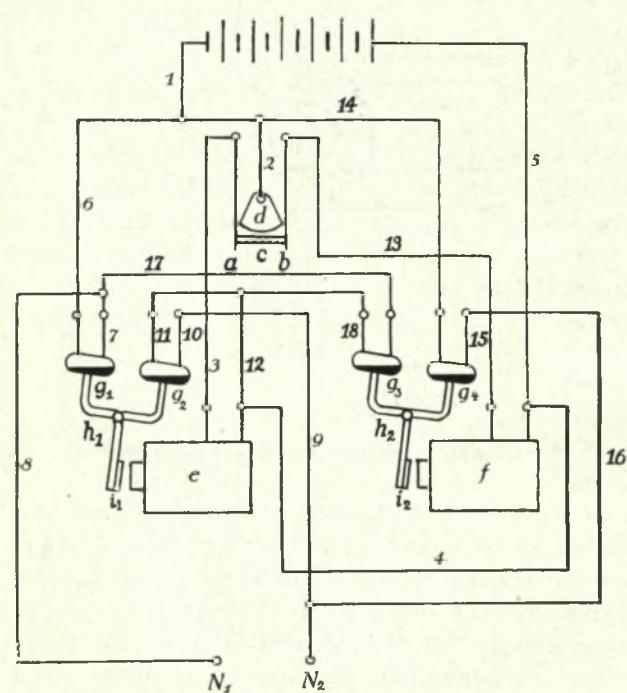


Abb. 8. Stromwechsel-Relais mit Quecksilberschaltröhren

Die verschiedenen Firmen führen ihre Stromwenderelais zum Teil mit festen Metallkontakten, zum Teil mit Quecksilberschaltröhren aus. Eine der Firmen verwendet Wolframkontakte. Das grundsätzliche Schaltbild für die Übertragung der Last auf die Relais ist in Abbildung 8 dargestellt. Die erste Relaisanordnung für Hauptuhren ist von der Siemens & Halske A.-G. in Berlin angegeben worden, die mit Druckkontakten versehen war; die Abbildung 8 zeigt die Anwendung von Quecksilberrelais.

Der die Relais steuernde Hauptuhrkontakt ist gegenüber der gewöhnlichen Anordnung dahin verändert, daß das Querstück aus Isoliermaterial besteht; an ihm liegen die beiden Kontaktfedern *a* und *b* an. Der Exzenter *d* ist an den Pluspol der Batterie gelegt; je eine der Kontaktfedern *a* und *b* sind an die Wicklung eines der beiden Schaltrelais *e* und *f* angeschlossen. Die vier Quecksilberröhren *g*₁ bis *g*₄ sind paarweise an zwei Gabeln befestigt, die in den Punkten *h*₁ und *h*₂ drehbar sind, und die nach unten je einen im Bereich des Relais-Elektromagneten angebrachten Eisenanker *i*₁ und *i*₂ tragen. In der gezeichneten abgefallenen Ankerstellung sind alle vier Kontakte der Quecksilberröhren unterbrochen, bei Ankeranzug aber geschlossen.

Wenn nach abgelaufener Minute der Exzenter *d* sich um einen halben Umgang nach rechts dreht, so erhält er mit der Feder *a* Kontakt. Dadurch fließt ein Strom von dem Pluspol der Batterie über 1, 2, *d*, *a*, 3, *e*, 4, 5 zur Batterie zurück. Weil durch diesen Strom das Relais *e* erregt wird, zieht es seinen Anker an, und die Röhren *g*₁ und *g*₂ schließen ihren Kontakt. Dadurch wird ein weiterer Stromkreis geschlossen, nämlich über 1, 6, *g*₁, Klemme *N*₁ und *N*₂ der Nebenuhren, 9, 10, *g*₂, 11, 12, 4 und 5. Die Nebenuhren erhalten also einen Stromimpuls von links nach rechts.

In der nächsten Minute berührt der Exzenter *d* die Feder *b*. Dann fließt ein Strom von 1 über 2, *d*, *b*, 13, Relaiswicklung *f* und 5. Somit sind nunmehr die Kontakte der Röhren *g*₃ und *g*₄ geschlossen. Hieraus ergibt sich ein Stromstoß von 1 über 14, *g*₄, 15, 16, *N*₂—*N*₁, 8, 17, *g*₃, 18, 12, 4, 5. In der zweiten Minute fließt also der Strom von rechts nach links durch die Nebenuhren.

Die ganze Arbeit, die bei Anwendung von Schaltrelais der Hauptuhrkontakt noch zu verrichten hat, besteht ausschließlich in dem wechselweisen Anziehen eines leichten Ankers der beiden Relais *e* und *f*.

Die Unterhauptuhren

Die Wirtschaftlichkeit aller elektrischen Leitungsnetze findet ihre Grenze in einem durch zu große Ausdehnung oder Überbelastung entstehenden Leitungs-Spannungsabfall, dessen Verhinderung durch zu hohe Leitungsquerschnitte unrentabel wird. Um diesem zu entgehen und doch ausgedehnte Uhrenanlagen bauen zu können, brachte schon Hipp Unterstationen mit eigenen Hauptuhren und Batterien zur Anwendung.

Die Hauptuhren solcher Stationen, Unterhauptuhren genannt, müssen der Bedingung genügen, daß sie stets genau die gleiche Zeit mit der Hauptuhr des Hauptnetzes angeben. Sie müssen daher mit einer selbsttätig wirkenden Einstellvorrichtung versehen sein, und die Stromstöße müssen von der ersten Hauptuhr ausgehen, falls nicht auch diese von einer dritten Stelle aus beeinflußt wird, wodurch dann allerdings

die Unterhauptuhren selbständig sein würden. Somit sind die Unterhauptuhren an eine Linie oder Schleife des Hauptnetzes anzuschließen, und der minutliche Stromstoß dieses Netzes bildet zugleich den Regulierstromstoß für die Unterhauptuhr.

Es ist nun sehr naheliegend, die Einstellvorrichtung, wie sie in Verwendung des MEZ-Zeichens auf selbständige Hauptuhren im Abschnitt 9 beschrieben wird, auch für die Einstellung der Unterhauptuhren anzuwenden, wie es praktisch auch geschieht.

Der Zeigerstand der Unterhauptuhren wird meistens dadurch kontrolliert, daß neben sie eine an das Hauptnetz angeschlossene Nebenuhr gehängt oder in ihr Gehäuse eingebaut wird. Das Springen dieser Nebenuhr ermöglicht eine genaue Kontrolle der Unterhauptuhr.

In dem Band IV dieser Buchreihe wird im einzelnen gezeigt, daß bei Anwendung von Schaltrelais die kostspieligen Unterstationen mit ihren Hauptuhren entbehrlich werden, und daß daher überlastete Netze von Uhrenanlagen mit geringen Kosten von ihrem störenden Spannungsabfall befreit werden können.

4. Hauptuhren ohne Laufwerke

Die ersten Nebenuhren wurden durch Gleichtrom betrieben und durch einen Pendelkontakt sekundlich fortgestellt. Vor rund 80 Jahren ging der Franzose Garnier zum Minutenbetrieb mit Kontaktsteuerung durch ein besonderes Laufwerk über. Dieses Laufwerk wurde dann bei Aufkommen der Stromwechsel-Nebenuhren von Hipp, Grau, Wagner und späteren Fabrikanten als am betriebssichersten arbeitend erkannt und daher für unentbehrlich geltend beibehalten. Der Zwang des Fortschrittes, besonders hinsichtlich der möglichst vollkommenen genauen Anzeige der wahren mitteleuropäischen Zeit (M.E.Z.), hat einmal mit den Liniens-Hauptuhrkontakte aufgeräumt, und es sind zum andern, besonders von Großfirmen, Hauptuhr-Neukonstruktionen entwickelt worden, die das Laufwerk entbehrlich machen.

Wenn auch das Fallenlassen eines derartigen, viele Jahrzehnte lang beibehaltenen Konstruktionsprinzips wohl zum Teil auf dem Bestreben nach Vereinfachung beruht, so ist dabei doch wohl die Absicht als vorherrschend anzunehmen, die Genauigkeit der Zeitanzeige zu verbessern.

Ein Laufwerk stellt stets eine Verzögerungseinrichtung dar; denn zwischen dem Augenblick seiner Auslösung und dem Beginn des Kontaktchlusses liegt eine Verlustzeit, die mehr als eine Sekunde beträgt und auf mehrere Sekunden anwachsen kann. Wird hingegen der Hauptuhrkontakt elektromagnetisch gesteuert, so verringert sich diese Verlustzeit auf einen Bruchteil der Sekunde. Unter diesem Gesichtspunkte ist eine Hauptuhr ohne Laufwerk als ein Fortschritt anzuerkennen, und wir werden im Teil VI, Abschnitt 1, eine

Anzahl Konstruktionen finden, die das Problem des elektrischen Antriebes von Stromwechselkontakte nach den verschiedensten Richtungen lösen.

In neuester Zeit ist eine Konstruktion herausgekommen, die nach altem Muster durch Pendelkontakte synchronisierte Nebenuhren und Relais im Halbsekundenbetriebe betätigen läßt. Auch diese Hauptuhr findet im Teil VI, Abschnitt 1, ihre besondere Beschreibung.

5. Hauptuhren mit Sekundenkontakt

Für die Aufnahme und Verteilung der astronomischen Zeit innerhalb der Sternwarten wie auch für technische Zwecke (Eichung von Geräten, Kontrolle der Fließarbeit) benötigt man Sekundenkontakte. Für astronomische Zwecke hat Dr. Riefler eine wohl kaum zu übertreffende Konstruktion geschaffen, die in Abbildung 9 abgebildet ist. Auf der Steigradewelle der Pendeluhr ist das 30zähnige Kontaktrad c befestigt, welches den bei a drehbaren Kontaktthebel h p bei einem Pendelschlage anhebt und bei dem nächsten abfallen läßt. Dadurch findet in jeder zweiten Sekunde ein Kontaktenschluß statt, durch den nach der Zeichnung der „Sekundenklopfer“ R betrieben wird. Ein bifilar gewickelter Widerstand W überbrückt den Kontakt und schützt ihn vor Funkenbildung. Dieser Sekundenkontakt stört den Gang einer Präzisionsuhr sehr wenig; er verträgt jedoch nur eine geringe Belastung und wird nur mit einer Spannung von 4 Volt betrieben.

Im Gegensatz hierzu hat Johannes Wagner, Wiesbaden, vor langen Jahren schon einen kräftigen und stark belastbaren Stromwechsel-Sekun-

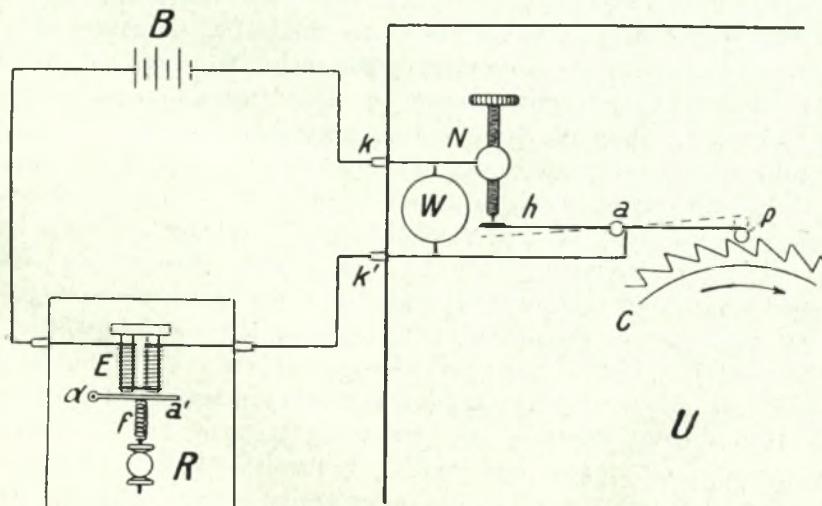


Abb. 9. Riefler-Kontakt

denkontakt geschaffen, der vom Pendel, und zwar oberhalb der Aufhängung, angetrieben wird. Er besitzt einen feindurchdachten Aufbau mit Funkenlöschvorrichtung und kann mit einer Belastung von 30 Sekundennebenuhren betriebssicher arbeiten. Er wird im Teil VI, Abschnitt 1, beschrieben.

6. Hauptuhren für Schiffsanlagen

Die Nebenuhren der Anlagen für Schiffe müssen sowohl vorwärts als auch rückwärts gestellt werden können, da die Schiffszeiten sich mit den durchfahrenen Längengraden ständig ändern. Das Vorwärtsstellen erfolgt durch die Betätigung des üblichen Handstellers, der in diesem Fall nicht an der Hauptuhr, sondern auf dem Schaltbrett angebracht ist. Das Rückwärtsstellen wird durch einen zweiten Handsteller vorgenommen, der über eine dritte Leitung ein zweites, mit dem normalen Werk der Nebenuhr über ein Differentialgetriebe gekuppeltes Werk antreibt.

Die Hauptuhr muß selbstverständlich mit Unruh und guter Ankerhemmung versehen sein; ein elektrischer Selbstaufzug oder eine längere Gangdauer werden dadurch überflüssig, daß die Hauptuhr von dem wachhabenden Offizier zugleich mit den Schiffsschronometern regelmäßig täglich morgens aufgezogen wird. In einigen Fällen wird der Selbstaufzug gewünscht, um das Laufwerk zum Nachstellen der Nebenuhren für längere Zeit ununterbrochen laufen lassen zu können.

7. Hauptuhren mit Signaleinrichtung

Dem Konstrukteur liegt der Gedanke nahe, eine Hauptuhr zugleich mit einer Signaleinrichtung zu versehen, die dann für Fabrikbetriebe oder Schulen usw. sowohl die einheitliche Zeit verbreitet wie auch die Signale für Arbeitsbeginn und -schluß sowie für die Pausen steuert.

Die Ansichten über die Zweckmäßigkeit dieser doppelten Aufgabe der Hauptuhr sind geteilt. Während mehrere Fabriken ihre Hauptuhren auf Bestellung mit Signaleinrichtung versehen, hat die Firma Wagner in Wiesbaden sich stets dagegen gesträubt; sie überträgt die Signalgebung einer Signal-Nebenuhr. Der Leitgedanke dieser Trennung der Signalgebung von der Hauptuhr liegt darin, die Hauptuhr so wenig wie möglich zu belasten, ihr also durch eine möglichst gleichmäßige Kraftübertragung eine hohe Ganggenauigkeit zu geben.

Wenn man einerseits bedenkt, daß gerade die kleineren Uhrenanlagen, deren Hauptuhren niemals mit einer selbsttätigen Einstellvorrichtung (siehe Abschnitt 12) versehen werden, sehr oft mit einer Signalgebung verbunden sind, und wenn man andererseits feststellen muß, daß die Signaleinrichtung das Gehwerk der Hauptuhr mechanisch erheblich be-

lastet, so muß man erkennen, daß die Ganggenauigkeit der Hauptuhr höher zu bewerten ist als eine kleine Mehrausgabe, die durch die Beschaffung einer besonderen Signal-Nebenuhr entsteht.

8. Kontaktlose Hauptuhren

Der Uhrmacher Fischer in Zürich hat das bekannte Magneta-System zur Verbreitung einheitlicher Zeit erfunden. Es beruht auf der Anwendung eines ähnlichen Apparats, wie es der seit rund 80 Jahren im Eisenbahnbetrieb und im Fernsprechwesen als Stromquelle stark verwendete Induktor ist.

Die Wirkung eines von Siemens & Halske hergestellten Induktors in den um je 90 Grad zueinander versetzten Ankerstellungen sowie die durch eine Ankerdrehung entstehende Spannungskurve zeigt die Abbildung 10. Der zweipolige, mit einer Wicklung und einem Stromabnehmer versehene Anker ist dreh-

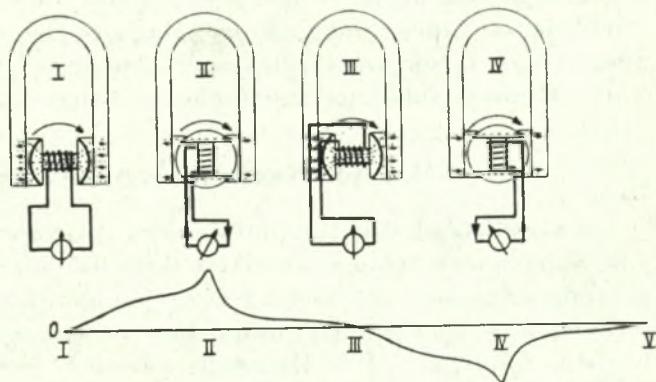


Abb. 10. Siemens-Induktor; Spannungskurve während einer Ankerdrehung

bar zwischen den beiden Polschuhen mehrerer Dauermagnete gelagert.

Dreht man den Anker aus der Lage I in die Lage II, so wird in der Wicklung ein Strom induziert, der beispielsweise von links nach rechts durch das Voltmeter fließt und die positive Spannungsspitze II der gezeichneten Kurve erzeugt. Eine zweite Vierteldrehung aus der Lage II nach III läßt die Spannung durch Null gehen, um dann bei der Drehung von Lage III nach IV den negativen Höchstwert zu erreichen, bis sie bei der Drehung aus Lage IV nach I (V) wieder auf Null abfällt.

Fischer hat nun seine Hauptuhr derart gebaut, daß ein sehr kräftiges Laufwerk den Induktoranker am Schluß einer Minute stößweise aus der Lage I in die Lage III (Rechtsausschläge des Voltmeters) und am Schluß der folgenden Minute von III in die Lage I zurückbringt (Linksausschlag).

Der Anker der Hauptuhr wird also nicht gedreht, sondern abwechselnd um je einen halben Umgang nach rechts und nach links gestoßen. Hierdurch entsteht in den zu den Nebenuhren führenden Leitungen in jeder Minute ein Stromstoß, der von Minute zu Minute seine Richtung wechselt. Die erzeugte Spannung ist um so größer, je mehr Windungen der Spule

gegeben werden, und je rascher sich die Halbdrehung vollzieht; die Stromstärke wächst mit der Stärke der Magnetisierung der Magnete und mit dem Durchmesser des Spulendrahtes.

Infolge der verhältnismäßig geringen Stromstärke müssen die Nebenuhren in Reihe zueinander und zum Induktor gelegt werden, und infolge der sehr kurzdauernden Stromstöße können nur polarisierte Nebenuhren mit sehr leichten Ankern und Zeigern verwendet werden, so daß die Einschaltung von Nebenuhren mit großen Zifferblattdurchmessern auf Schwierigkeiten stößt.

Das Magneta-System arbeitet somit ohne Hauptuhrkontakte und ohne Batterien; es macht fast jede Wartung entbehrlich. Es ist tatsächlich vorgekommen, daß in einem ersten Hotel einer deutschen Großstadt in der Nachkriegszeit der Standort der Magneta-Hauptuhr durch tagelanges Suchen erst in einem Bügelzimmer „entdeckt“ werden mußte, um die einzige Minuten falschgehende Anlage einstellen zu können.

9. Die Nachstellvorrichtungen

Jeder Stillstand der Hauptuhr, jedes Aussetzen der Stromquelle und jede Störung des Stromwechselkontaktes hat Stillstand oder Nachbleiben der angeschlossenen Nebenuhren zur Folge; der Ausfall eines einzigen Stromstoßes läßt die polarisierten Nebenuhren um zwei Minuten zurückbleiben. Somit muß jede Hauptuhr mit einer Vorrichtung zum Nachstellen der Nebenuhren versehen sein. Die typische Art dieses „Nachstellers“ ist in Abbildung 4 durch die Vorrichtung *k, l, m, n* dargestellt. Bewegt man den Hebel *k* nach oben, so erfolgt Stromschluß zwischen *l* und *m* sowie *b* und *n*, während die Bewegung nach unten eine Berührung zwischen *n* und *a* hervorruft.

Ein sehr großer Fortschritt ist erreicht durch die Anordnung der neuen Siemens-Hauptuhr (vgl. Abbildung 17), die den Kontakt von dem minutlich betätigten Aufzug abhängig macht. Dadurch werden nach jeder Stromunterbrechung im Augenblick der Stromrückkehr die Nebenuhren auf den Zeigerstand der Hauptuhr selbsttätig nachgestellt. Durch diese Einrichtung ist die Wartung der Uhrenanlagen ebensosehr vereinfacht wie die Zeit abgekürzt, die zwischen Beginn eines Stromausfalls und dem Nachstellen der Nebenuhren liegt.

10. Die Schaltleistung der Stromwechselkontakte

Die Schaltleistung eines Stromwechselkontaktes ist abhängig von der Spannung der Kontaktfedern und damit von der Kraft, die durch Laufwerk oder Relais auf diese Federn ausgeübt wird, sowie von dem Umfang (der Masse) der sich berührenden Kontaktteile, schließlich von der Geschwindigkeit, mit welcher der Strom unterbrochen wird.

Je stärker der Druck der Kontaktteile aufeinander ist, und je kräftiger besonders die Kathode (der am Minuspol liegende Kontaktteil) ausgeführt ist, um so größere Stromstärken kann der Kontakt schalten. Andererseits ist die zulässige Höhe der Betriebsspannung von der Schaltgeschwindigkeit abhängig; je schneller der Kontakt den Strom abschaltet, um so höher kann die Betriebsspannung sein. Daher ist der gewöhnliche Stromwechselkontakt, der verhältnismäßig langsam abschaltet, für eine Spannung von über 30 Volt nicht geeignet, während die Quecksilberrelais und die vom Aufzugsmagneten abhängigen Kontakte den normalen Starkstrom-Niederspannungen gewachsen sind. Solche Kontakte werden besonders für Uhrenanlagen mit Reihenschaltung der Nebenuhren (siehe Band IV) erforderlich, da jeder Ausbau dieser Uhrennetze die Betriebsspannung erhöht, die schließlich bis auf 250 Volt anwachsen kann.

Die Schaltleistung der normalen Stromwechselkontakte nach Abbildung 1 hält sich in den Grenzen von 20 bis 150 Nebenuhren, einen mittleren Zifferblattdurchmesser von 25 cm mit einem Durchschnittsverbrauch von je 0,15 Watt angenommen. Dieser Leistung entspricht also eine Energie von 3 bis 20 Watt. Darüber hinaus muß der veraltete Linienebetrieb oder der Relais- oder der Starkstrombetrieb Anwendung finden.

Verwendet man dagegen Quecksilberrelais mit Röhren für eine Leistung von 250 Volt und 10 Ampere, so können bei der Parallelschaltung und einer Betriebsspannung von 24 Volt $\frac{10 \times 24}{0,15} = 1600$, und bei Serien-
schaltung mit 250 Volt Spannung $\frac{10 \times 250}{0,15} = 16\,666$ Nebenuhren mittlerer Größe durch eine Hauptuhr mit Strom versorgt werden.

Grundlegend anders ist die geringe Leistung der kontaktlosen Hauptuhren nach dem Magnetasystem zu bewerten. Deren Induktor gibt eine Spannung bis zu 180 Volt ab, und die Stromstärke ist nach Milliamperes zu bestimmen. Auf diese geringe Leistung sind die Magneta-Nebenuhren aufgebaut; ihr Anker ist leicht, er macht einen nur sehr kurzen Weg, und die Zeiger sind so leicht wie irgend möglich gehalten.

11. Kontaktzeit und Schaltgeschwindigkeit

Die Dauer der minutlichen Hauptuhr-Stromschlüsse soll, besonders bei kleineren Anlagen mit Elementbetrieb, nicht unnötig verlängert werden. In allen Freileitungsnets genügt eine Kontaktzeit von 0,75 Sekunden, um auch die größte Nebenuhr mit Sicherheit zum Springen zu bringen.

In Kabelfezten dagegen muß die Zeitdauer um so mehr verlängert werden, je größer die sogenannte „Leitungskapazität“, die Aufladezeit der Leitungen, ist, die mit der Leitungslänge wächst. Jede in der

Erde liegende Leitungsader wirkt nämlich wie ein Kondensator, da die Ader selbst der eine, die Erde als der zweite Kondensatorbelag und die Gummisolierung als „Dielektrikum“* arbeitet. In Berücksichtigung dieser Kabelkapazität sind neuere Hauptuhren für größere Anlagen auf eine Kontaktenschlußdauer bis zu zwei Sekunden eingestellt.

Die Schwarzwälder Uhrenindustrie liefert Arbeitszeit-Kontrolluhren, die teilweise mit einem Stromwechselkontakt zum Antrieb von Nebenuhren versehen sind. Deren Stromschlußzeit ist bei einigen Fabrikaten so kurz (ihre Dauer beträgt höchstens 0,30 Sekunden), daß unter Umständen die Nebenuhren nur zum Teil springen und daher ihre Zeitanzeige ein unregelmäßiges Durcheinander bildet. Solche Fehler sind in der Praxis schwer aufzufinden, und ich habe in einem großen Industriewerk des Ruhrgebietes eine derartige Kontrolluhr abschalten müssen, nachdem sich jahrelang verschiedene Fachleute mit der Suche nach der Fehlerquelle bemüht hatten.

Die Kontaktzeit oder eigentlich die Dauer des Stromverlaufs der Magneta-Hauptuhren beträgt nur 0,10 bis 0,20 Sekunden. Hieraus ergibt sich die unbedingte Notwendigkeit einer sehr geringen „Zeitkonstante“ der Nebenuhren; der Anker muß so leicht sein, daß er in der genannten kurzen Zeit seinen Weg zurücklegen und dabei die Widerstände überwinden kann.

Die Stromwechselkontakte nach den Abbildungen 1 bis 7, allgemein alle von Laufwerk gesteuerte Kontakte, schalten den Strom verhältnismäßig langsam ein und ab. Ein Kabelnetz wirkt bei jeder Stromeinschaltung wie ein Wasserlauf, in den ein leerer Teich eingeschaltet ist; jenseits des Teiches kann erst nach seiner Füllung Wasser fließen. Mit anderen Worten, bei jedesmaligem Stromschluß muß das Kabelnetz wie ein Kondensator (vgl. weiter unten!) erst „aufgeladen“ werden, bevor die Nebenuhren Strom erhalten. Somit fließt im Augenblick des Kontaktenschlusses ein Zusatzstrom; die Anfangstromstärke ist um so höher, je größer die Kapazität des Uhrennetzes ist.

Eine an einem Kabelnetz liegende Hauptuhr muß somit erstens mit einem Kontakt versehen sein, der außer dem Betriebsstrom auch den Ladestrom betriebssicher aufzunehmen vermag. Zweitens aber muß auch die Schaltgeschwindigkeit eine genügend hohe sein; denn bei langsamer Kontaktbewegung erfolgt der Ladestromstoß an dem Kontakteinschaltpunkt, der dann sehr schnell verbrennt und oft sogar durch Schmelzstellen völlig unbrauchbar wird. Die Anwendung von Laufwerkkontakteen in ausgedehnteren Kabelnetzen ist daher durchaus unzweckmäßig; die Ladestromstöße können nur durch elektromagnetisch gesteuerte kräftige Kontakte unschädlich gemacht werden. Fälle aus meiner Praxis haben diese Tatsache eindringlich bestätigt.

* Vergl. Kesseldorfer, „Grundbegriffe der Elektrotechnik“ und „Praktische Elektrotechnik“.

12. Das Einstellen der Hauptuhren auf genaue Zeit

Die Handeinstellung nach Vergleichung

Das von dem Deutschlandsender täglich zweimal übertragene amtliche Zeitzeichen, ausgelöst durch eine Uhr der Hamburger Seewarte, bietet die denkbar vorzüglichste Gelegenheit, jede Uhr täglich oder nach Bedarf nach der Aufnahme des Zeitzeichens von Hand einzustellen oder die Zeitdifferenz festzulegen. Das vollständige Zeitzeichen enthält 152 einzelne Morsezeichen; jeder der Morseschrift Unkundige muß sich daher einen eigenen Aufnahmemodus bilden. Das einfachste Verfahren ist wohl die Beachtung der drei aufeinanderfolgenden langen Striche am Schluß der drei Minuten 12⁵⁷, 12⁵⁸, 12⁵⁹. Diese drei Zeichen (in der Morsesprache der Buchstabe O) beginnen mit der 55. Sekunde und endigen mit der 60. Sekunde. Der Buchstabe O ist infolge seiner drei gleichen Zeichen leicht abhörbar, und die drei Beobachtungsmöglichkeiten mit einer Minute Pause dazwischen gestatten eine nicht überhastete Festlegung der Zeit. Ein sehr geübter Beobachter kann zur genauen Selbstkontrolle die jeweils auf die 10., 20., 30., 40. und 50. Sekunde der einzelnen Minuten entfallenden Signale, vor allem die genauen kurzen Punktzeichen beobachten.

Ebenso kann das um 7, 11, 15, 19 und 23 Uhr vom Hamburger Sender und den übrigen Noragsendern und um 7, 12, 18 und 23 Uhr vom Deutschlandsender gegebene Kurz-Zeitzeichen sehr gut für die Einstellung benutzt werden. Es beginnt mit 11 Vorzeichen von der 30. bis 40. Sekunde vor der vollen Stunde. Nach einer Pause von fünf Sekunden ertönen dann sechs Punktzeichen als Hauptsignal bei den Sekunden 45, 50, 55, 58 und 0. Zählt man nach der Fünfsekundenpause die weiteren sechs Punkte ab, so hat man mit dem letzten Punkt die sekundengenaue volle Stunde.

Die selbsttätige Einstellung nach dem Bahnzeichen MEZ

Das allmorgendlich vom Schlesischen Bahnhof in Berlin aus den preußischen Eisenbahnstationen auf dem Morseapparat gegebene Zeitzeichen (MEZ-Zeichen) ist allen Uhrmachern bekannt. Schon in dem Jahre 1893 haben Grau in Kassel und Johannes Wagner unabhängig voneinander je eine Konstruktion geschaffen, um dieses Zeitzeichen für die selbsttätige Einstellung von Hauptuhren zu verwenden, und die Wagnersche Konstruktion ist auf dem Hauptbahnhof in Erfurt angewandt worden.

Im Jahre 1923/24 nahmen Siemens & Halske ein Patent mit Zusatzpatent auf eine Einrichtung ähnlicher Art, die folgendermaßen wirkt: Ungefähr zwanzig Sekunden vor Beendigung des Zeitzeichens schaltet die einzustellende Uhr ein Relais parallel zu dem Morseapparat

in dessen Ortsstromkreis ein. Hierdurch wird ein Kondensator aufgeladen.

Im Augenblick der Beendigung des Zeitzeichens wird das Relais stromlos, und der Kondensator kann sich über ein zweites Relais entladen, dessen Anker dadurch angezogen wird. Dieser schließt den Stromkreis einer Batterie mit eingeschaltetem Reguliermagneten, der die Einstellung des Sekundenzeigers und zugleich des Minutenzeigers der Uhr vornimmt.

Ein in diesem Stromkreise liegender Kontakt ist jedoch nur dann geschlossen, wenn die Uhr nicht genau richtig geht; der Einstellmagnet wird also nicht erregt, wenn die Zeitangabe der Uhr mit der MEZ übereinstimmt. Die Einstellung erfolgt dadurch, daß der Anker des Einstellmagneten eine mit herzförmigem Ausschnitt versehene, auf der Steigradachse angebrachte und durch ein Rad mit dem Kleinbodenrade im Eingriff stehende Scheibe bewegt, die mittels einer Reibungskupplung mit dem Steigrade umgeht. Das Steigrad bleibt also durch die Einstellung unberührt.

Auch die W a g n e r A. G. liefert eine derartige Einrichtung, die eine Voreilung bis zu vierzig Sekunden und eine Nachteilung bis zu zwanzig Sekunden auszugleichen gestattet. Sie beruht auf der alten Wagnerschen Anordnung, die Pendelgabel nicht in einem Schlitz der Pendelstange zu führen, sondern sie an der Seite der Pendelstange anliegen zu lassen. Hierdurch wird die Gabel bei jeder Linksschwingung insofern frei, als sie, ohne das Pendel zu beeinflussen, durch eine fremde Kraft nach rechts abgehoben werden kann, um dann zurückzufallen und dadurch die Uhr um einen Steigradzahn vorzustellen.

Dieses Prinzip wird dadurch ausgenutzt, daß ein zweites Rad mit einseitig gewölbten normalen Zähnen und mit einem dicken Zahn auf die Steigradwelle aufgesetzt ist, von dem ein Kontaktarm abhängig ist, der bei jedem Gleiten über eine Zahnhöhe seinen Kontakt schließt. Der Stromkreis dieses Kontaktes wird über ein Relais zu Beginn des Zeitzeichens von der Uhr parallel zum Morseapparat geschaltet. So oft nun der Kontaktthebel während der Pendel-Linksschwingung über einen Zahn des Schaltrades gleitet, schließt sich der Kontakt, und ein Relais zieht die Pendelgabel nach rechts an. Weil ja die Kontaktzeit eine nur kurze ist, fällt die Pendelgabel sofort wieder nach links ab. Dies wiederholt sich bei jeder Linksschwingung mehrere Male, so daß die Uhr mit Sicherheit in Voreilung vor der richtigen Zeit kommt. Sobald der Sekundenzeiger auf 60 angelangt ist, stößt der Kontaktthebel auf den dicken Zahn; der Kontakt bleibt geschlossen und die Gabel nach rechts angezogen; das Pendel schwingt frei weiter, so lange, bis das Zeitzeichen beendet ist und damit der Stromkreis unterbrochen wird. Dann fällt die Pendelgabel an das Pendel zurück; die Uhr geht genau eingestellt weiter, und

der Kontakthebel wird hochgehoben, er berührt die Schaltzähne nicht mehr.

Auch die Firma Telefonbau und Normalzeit in Frankfurt a. M. hat eine ähnliche Konstruktion herausgebracht, die auf einer dauernden Voreilung der Hauptuhr beruht, entsprechend dem Reguliersystem der Normalzeit.

Die vorerwähnten Konstruktionen sind zum Teil durch bessere ersetzt worden, wie im Teil VI, Abschnitt 1, nachzulesen ist.

Die selbsttätige Einstellung durch Rundfunk

Nicht nur das MEZ-Zeichen, sondern auch das von der Hamburger Seewarte ausgelöste, von dem Großfunksender Nauen kurz vor 1 h nachts und 13 h mittags gegebene On o g o - Z e i t s i g n a l wird zum selbsttätigen Einstellen von Pendeluhrn verwendet. Die Siemens & Halske A.-G. in Berlin liefert zu diesem Zweck ein besonderes Empfangsgerät und eine Zusatzeinrichtung zu ihrer Hauptuhr für Starkstrombetrieb (Teil VI, Abschnitt 1). Mittels dieser Regulievorrichtung können Abweichungen bis zu ± 7 Sekunden von der genauen Zeit ausgeglichen werden. Zeigt die Uhr größere tägliche Differenzen, so ist am Pendel entsprechend zu korrigieren. Das Empfangsgerät wird fest auf die Nauener Welle 18 130 m und für den Empfang nachts 1 h eingestellt; für irgendeinen Hörempfang ist es unbrauchbar.

Da diese Regulierung sich des drahtlosen Empfangs bedient, so ist die Einrichtung im Band II dieser Buchreihe eingehend beschrieben.

IV. Hauptuhren zum periodischen Einstellen mechanischer Uhren

1. Die Systeme

Allgemeines

Versieht man eine Uhr von guten Gangergebnissen mit einem sich beispielsweise stündlich schließenden Kontakt und setzt auf das Minutenrohr mechanischer Uhren eine herzförmige Scheibe, in die das Ankerende eines Elektromagneten einschlagen kann, so wird es möglich, auf elektrischem Wege durch eine Hauptuhr einfache mechanische Uhren periodisch einzustellen, sie zu „regulieren“. Ein derartiges System ist verschiedentlich in Anwendung gekommen; es läßt aber an Betriebssicherheit zu wünschen übrig. Denn erstens ist eine nicht unerhebliche Kraft für das elektromagnetische, ruckweise Verstellen der Zeiger erforderlich, und zweitens darf die Minutenrohrreibung auf der Welle nur gering sein.

Daher ist man zu dem System der Voreilung der regulierten Nebenuhren übergegangen. Es ist ein Verdienst des vor längeren Jahren verstorbenen Professors Dr. Förster, Leiter der Berliner Sternwarte, wenn durch seine tatkräftige Mithilfe die „Normalzeit“ gegründet wurde und zu einem brauchbaren Voreilungssystem kam, so daß schon damals in Berlin eine Anzahl öffentlicher Uhren und viele tausende Privatuhren die einheitliche Zeit anzeigen.

Das Normalzeit-System

Das System der Normalzeit, jetzt in Händen der Firma „Telefonbau und Normalzeit Lehner & Co.“ in Frankfurt a. M., arbeitet folgendermaßen:

Der Hauptuhrkontakt ist dauernd geschlossen, bis er mit jeder vollen vierten Stunde je Linie sich auf kurze Zeit öffnet. Der Regulierkontakt jeder Nebenuhr (besser „Regulier-Anschlußuhr“) schließt sich pünktlich zur vollen vierten Stunde der von ihr angegebenen Zeit, die etwas voreilend ist. Sobald ein Anschlußuhren-Kontakt sich schließt, fließt ein Strom über den Anschlußuhr-Reguliermagneten, wodurch diese Uhr gehalten wird. Wenn dann der Hauptuhrzeiger auf die jeweilig vierte Stunde der genauen Zeit angekommen ist, öffnet sich der Hauptuhrkontakt; die von der Pendelstange der Anschlußuhr abgehobene Gabel fällt an das Pendel zurück, und die Uhr geht mit genauer Zeit weiter.

Als Leitungen werden gemietete Telephonadern der Reichspost benutzt, als Rückleitung dient die Erde. Weiter ist in jede Anschlußuhr noch ein Registrierkontakt für eine selbsttätige Rückkontrolle eingebaut, der auf eine für jede Uhr besondere Tagesminute eingestellt ist. Schließt sich dieser Kontakt, so wird die Zeit des dadurch entstehenden Stromstoßes auf einem Papierstreifen in der Zentrale markiert. Bleibt eine Marke aus, so ist eine Uhr gestört. Da die Markierungszeiten aller Anschlußuhren bekannt sind, so kann man den Standort der Uhr erkennen und einen Monteur zum Abstellen des Fehlers entsenden. Die Anschlußuhren werden durch eine eigene Batterie oder durch Starkstrom selbständig aufgezogen.

AEG-System

Im Gegensatz zu dem ausgesprochenen Schwachstromsystem der Normalzeit arbeitet das System der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin mit Starkstrom. Die Art der Regulierung ist die gleiche wie bei dem Normalzeit-System, nur werden stündliche Regulierungsintervalle verwendet. Die Uhren werden durch den Netzstrom sowohl reguliert wie auch aufgezogen, so daß auch hier nur eine besondere Leitung erforderlich ist. Auf die selbsttätige Fehleranzeige verzichtet dieses System.

Grenzen der Regulier-Systeme

Die besprochene periodische Einstellung ist ein ausgesprochenes System für bürgerliche Gebrauchsuhrn, aber nicht für den allgemeinen öffentlichen Zeitdienst. Denn erstens stehen mechanische Uhren für große Zifferblattdurchmesser außerordentlich hoch im Preis; zweitens erstarrt ihr Öl im Winter, so daß viele Ausfälle zu verzeichnen wären; drittens gehen sie nur für Minuten sekundengenau, und viertens laufen sie bei Ausfall der Regulierung stark vor, und zwar um so mehr, je stärker sie auf Vorregulierung eingestellt sind. Die Vorregulierung kann aber niemals auf ein Minimum herabgedrückt werden, weil bei mechanischen Uhren dann die Gefahr des Nacheilens besteht, das die Uhr aus der Regulierung wirft. Durch die Einführung der Synchronuhren wird das Reguliersystem mehr und mehr entbehrlich werden.

2. Die Hauptuhren der Reguliersysteme

Sie sind einfache Gehwerke, da sie nur einen gewöhnlichen Kontakt zu steuern haben. Wie auch in Anwendung auf polarisierte Nebenuhren, muß die Hauptuhr von hoher Qualität sein; sie ist also für größere Anlagen mit Sekunden- und unter Umständen mit Kompensationspendel auszurüsten. Oder sie wird auch durch das MEZ- oder das drahtlose Zeitzeichen selbsttätig eingestellt. Weitere Einzelheiten finden sich in Teil VI.

V. Der Aufzug der Hauptuhren

Der wirtschaftliche Wert einer Uhrenanlage ist stark abhängig von der Qualität und dem Wartungsbedürfnis der Hauptuhr. Sie soll eine hohe Ganggenauigkeit haben und einer möglichst geringen Wartung bedürfen; je mehr beides zutrifft, um so höher wird die Anlage zu bewerten sein.

Daher sind Hauptuhren mit Sekundenpendel sowie solche mit elektrischem Gewichtsaufzug stets vorzuziehen; denn sie vereinigen eine gleichmäßige Kraftabgabe mit hoher Ganggenauigkeit und geringem Wartebedürfnis. Hauptuhren mit Handaufzug sollten daher nur auf kleine oder unter täglicher Wartung stehende Anlagen angewandt werden. Die Firma Wagner versieht seit vielen Jahrzehnten ihre Hauptuhren mit einem minutlich gesteuerten Gewichtsaufzug; ein Prinzip, das später auch andere Firmen aufgenommen haben.

VI. Die Konstruktionen

1. Hauptuhren für polarisierte Nebenuhren

Die AEG-Hauptuhr

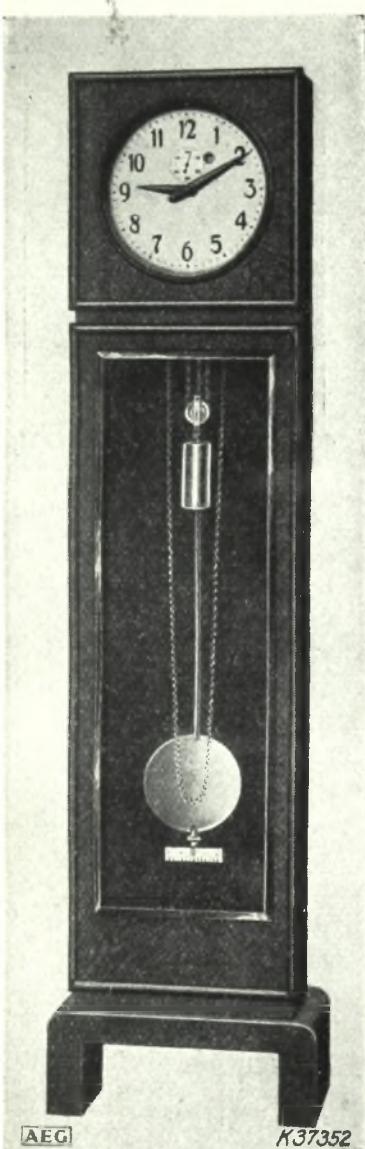


Abb. 11a. AEG-Hauptuhr

Die Hauptuhr der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ist eine Sekundenpendeluhr mit elektrischem Aufzug; sie wird entweder in Standgehäusen nach Abbildung 11a oder in Hängegehäuse geliefert. Die Abbildung 11b zeigt das Werk von der Rückseite.

Der links sichtbare Quecksilberkontakt wird durch das Ablaufen der endlosen Kette gekippt, so daß der Anker des sichtbaren Elektromagneten angezogen wird und das Gewicht genau um den abgelaufenen Betrag wieder hebt. Die Uhr besitzt kein eigentliches Laufwerk; der Stromwechselkontakt wird allminutlich (oder auf Wunsch halbminutlich) dadurch betätigt, daß eine schwache Feder vom Gehwerk gespannt wird, die einen auf einer Achse aus der

Vorderwerkplatte vorstehenden Kollektor herumtreibt, sobald diese Achse von der Sekundenradachse freigegeben wird. In der Kontaktstellung bleibt der

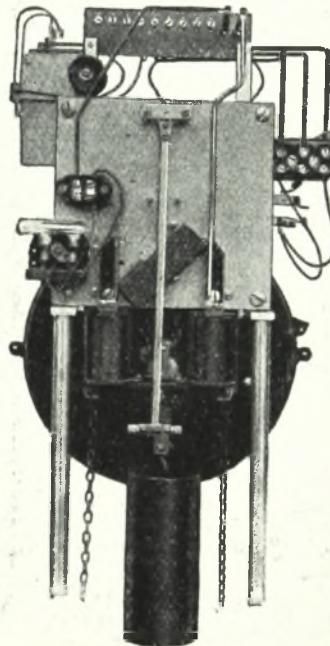


Abb. 11b. Werk-Rückseite der AEG-Hauptuhr

Kollektor zwei Sekunden stehen, bis er in die Ausschaltstellung schnellt. Der Kontakt kann bis zu 10 Watt belastet werden und demzufolge bis zu 30 Nebenuhren der Firma antreiben. Bei höherer Belastung wird die Verwendung eines Wechselrelais erforderlich.

Neben dem Stromwechselkontakt wird diese Hauptuhr auf Wunsch auch noch mit einem von der Stundenradachse aus gesteuerten „Synchronisationskontakt“ zum stündlichen Einstellen mechanischer Nebenuhren versehen. Dieser Kontakt ist belastbar bis zu 0,50 Ampere oder mit 30 regulierten Nebenuhren.

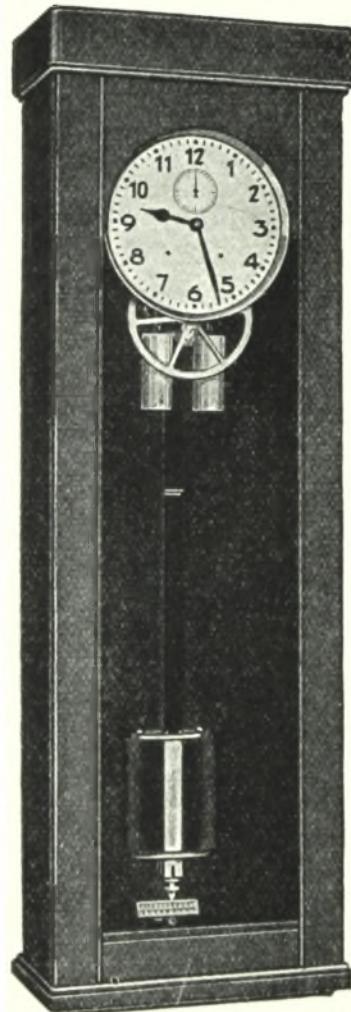


Abb. 12a. Bohmeyer-Hauptuhr mit Sekundenpendel

Die AEG liefert weiter noch Schiffshauptuhren für ein neues System von

Uhrenanlagen, nämlich für den besonders gesteuerten Betrieb von Synchronuhren auf Schiffen. Da dieses System nicht auf dem Prinzip der durch Stromstöße fortgeschalteten Nebenuhren beruht, sondern auf der Steuerung zweier Betriebsfrequenzen durch die Hauptuhr, so wird es in dem Band IV „Zentraluhrenanlagen“ zusammengefaßt beschrieben werden.

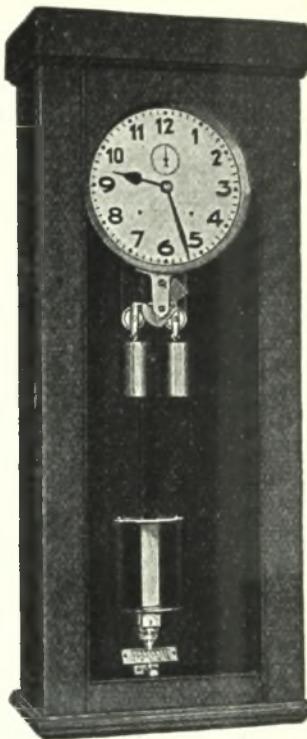


Abb. 12b. Bohmeyer-Hauptuhr mit 3/4-Sekundenpendel

Die Bohmeyer-Hauptuhren

Die Hauptuhren der Firma C. Bohmeyer K.-G. in Halle a. S. (vgl. Abbildungen 12a und 12 b) werden mit Sekunden- bzw. mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel und mit elektrischem Aufzug geliefert. Die Uhr mit Sekundenpendel ist mit einem besonders großen und kräftigen Werk ausgerüstet; ihr Aufzug wird in stündlichen, der des kleineren Werkes in halbstündlichen Zwischenräumen betätigt. Beide Uhren haben eine cintägige Gangreserve.

Das Kontaktwerk der beiden Uhren besitzt Präzisionsauslösung; die Kontaktzeit der großen Uhr liegt bei 2 Sekunden und die der kleineren bei 1,3 Sekunden. Der Kontakt kann bis zu 0,75 bzw. 0,60 Ampere belastet werden. Beide Werke sind mit gehärteten und polierten Trieben und mit Platinen aus besonders gutem, hartgewalztem Messing versehen. Die Uhren werden auf Wunsch mit Signaleinrichtung für einen bis drei Stromkreise, einstellbar innerhalb zwölf oder vierundzwanzig Stunden von 5 zu 5 oder 2½ zu 2½ Minuten, und mit Sonnabendschaltung sowie Sonnabendumschaltung versehen.

Weiter kann zu den Hauptuhren geliefert werden: Ein Riefler-Kompensationspendel erster oder zweiter Klasse, anstatt des Minuten- ein Halbminutenkontakt, ein durch das Pendel angetriebener Stromwechsel-Sekundenkontakt, eine Synchronisationseinrichtung zum Synchronisieren der Pendelschwingungen mehrerer Hauptuhren, eine selbsttätige Vorrichtung zum Einstellen der Hauptuhrzeiger durch das bahnamtliche MEZ-Zeichen und schließlich eine Vorrichtung zur sekundengenauen elektrischen Ferneinstellung der Zeiger von Hand.

Heliowatt-Hauptuhren

Die Hauptuhren der Firma Heliowatt-Werke in Berlin-Charlottenburg unterscheiden sich in eine sehr verbreitete ältere und eine neuere Konstruktion. Die ältere, die bekannte „Aron-Hauptuhr“, ist außergewöhnlich kräftig gebaut; sie war in Vorkriegszeiten eine von den wenigen Hauptuhren, die jeder rauhen Behandlung und dem Staub der Betriebe gewachsen waren.

Eine Rückansicht des Werkes dieser Uhr, zugleich mit einer angebauten Signaleinrichtung, zeigt die Abbildung 13a. Wie ersichtlich, ist der Strom-

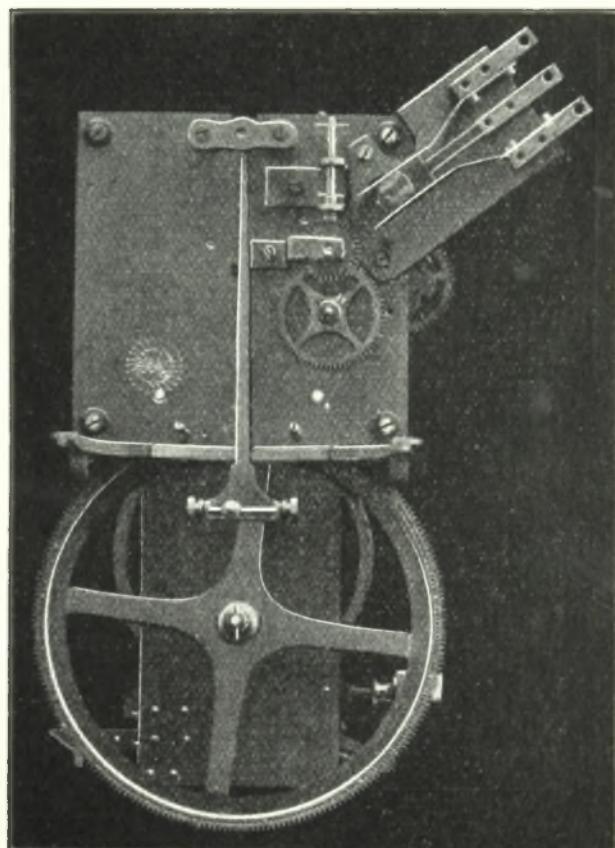


Abb. 13a. Heliowatt - Hauptsignaluhr, alte Bauart

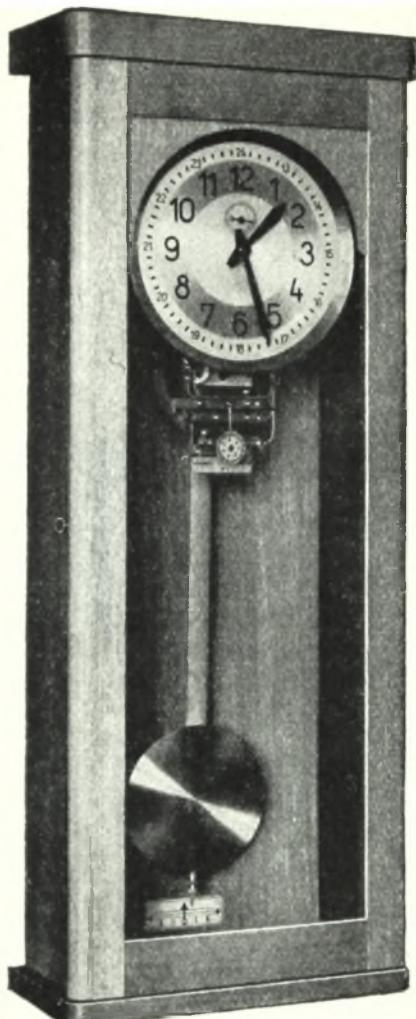


Abb. 13b. Neue Hauptuhr der Helio-wattwerke

w e c h s e l k o n t a k t von normaler Ausführung; jedoch besteht sein Kontaktbelag aus starkem Feinsilber, und der Exzenter ist kräftig ausgeführt. Somit genügt dieser Kontakt schon seit rund dreißig Jahren den Bedingungen, wie sie nach neuen Forschungen für gute Kontakte gestellt werden (siehe Band I, Teil IV). Die sichtbare, mit Stift versehene und senkrecht stehende Welle stellt die Verbindung mit dem Aronschen Selbstaufzug (Band I, S. 34) dar, der an dem Planetenrad eines Differentialgetriebes (Band I, S. 52) angreift und damit die Kraft auf Gehwerk und Laufwerk verteilt.

Die neue Helio watt - H a u p t - u h r bietet besondere Vorteile. Sie besitzt eine Gangreserve von 48 Stunden und wird durch einen Universalmotor (Band I, S. 49) zweimal täglich aufgezogen. Der Motor ist ohne weiteres verwendbar für Gleichstrom und Wechselstrom mit den Spannungen 220 und 110 Volt.

Das Laufwerk wird nicht wie üblich durch einen Windflügel, sondern durch einen Z e n t r i f u g a l r e g u l a t o r reguliert, dessen zwei Schwungmassen nach Annahme einer bestimmten Geschwindigkeit an einer Bremstrommel abgebremst werden. Durch ein ver-

schiebbares besonderes Bremsorgan läßt sich die Geschwindigkeit des Regulators regulieren, sodaß damit die Kontakt dauer in den Grenzen von 0,5 bis 3 Sekunden einstellbar ist.

Das Laufwerk treibt nicht einen Exzenter, sondern einen kräftigen W a l z e n s c h a l t e r nach dem Prinzip der Abbildung 3 an, der bis zu 50 Nebenuhren belastbar ist. Die Motor-Aufzugszeiten sind von der Fabrik auf 6 und 18 Uhr eingestellt; sie können jedoch mittels eines auf dem Stundenrohr angebrachten drehbaren Hebels beliebig geändert werden. Der Verbrauch des Motors beträgt 25 Watt bei einer täglichen Laufzeit von rund 3 Minuten, entsprechend einem Jahresverbrauch von 0,5 kWh

Für größere Anlagen werden Stromw echsel - Relais verwendet, die bis zu 6 Ampere belastbar sind, so daß bei einer Betriebsspannung von 24 Volt eine Anschlußkraft von $(24 \times 6) : 0,15 = 960$ Nebenuhren bis zu einem Zifferblattdurchmesser von 30 cm (oder mit größeren Zifferblättern entsprechend weniger) betriebssicher schaltbar ist.

Die Uhr wird in Hängegehäuse mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel und in Standgehäuse mit Sekundenpendel geliefert. Die Abbildung 13b gibt eine Ansicht der Hängeuhr.

Ato-Hauptuhr

Die Firma Gebrüder Junghans A.-G. in Schramberg hat die von ihr hergestellte Ato-Uhr mit den Einrichtungen einer Hauptuhr zum Betriebe von synchronisierten, als Nebenuhren abhängige Pendeluhrn versehen.

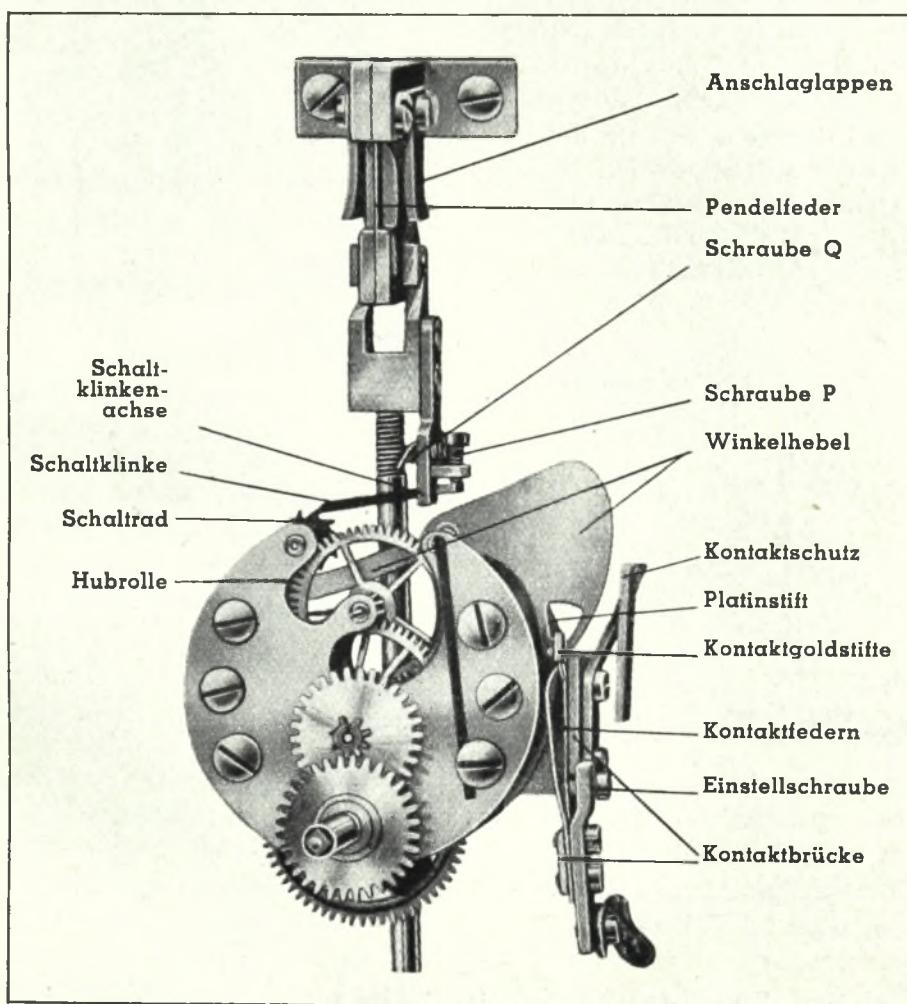


Abb. 14a. Ato-Hauptuhr (Gebr. Junghans A.-G.)

Die Ato-Uhr früherer Herstellung ist im Band I, Seite 67/68, eingehend beschrieben worden; mit etwas geänderter Kontakt einrichtung ist sie in Abbildung 14 a dargestellt. Ein Vergleich dieser Einrichtung mit der nach Abbildung 47 im Band I ergibt, daß die in das Schaltrad eingreifende Hubrolle sowie der Kontakt von links nach rechts verlegt ist. Als Hauptuhr erhält die Ato-Uhr nach Abbildung 14 b zwei zusätzliche Kontakte a_1 — b_1 und a_2 — b_2 , die nach Abbildung 14 c bei jedem Durchgang des Pendels durch die Mittellinie den Nebenuhren-Stromkreis schließen. Da das Pendel dieser Hauptuhren ein Halbsekun-

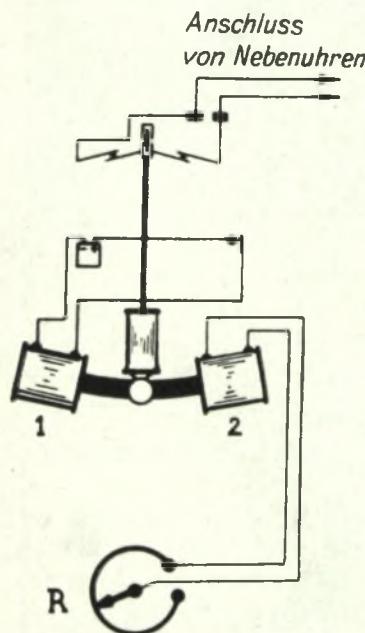


Abb. 14c. Vorrichtung zum elektrischen Nachregulieren der Ato-Hauptuhr

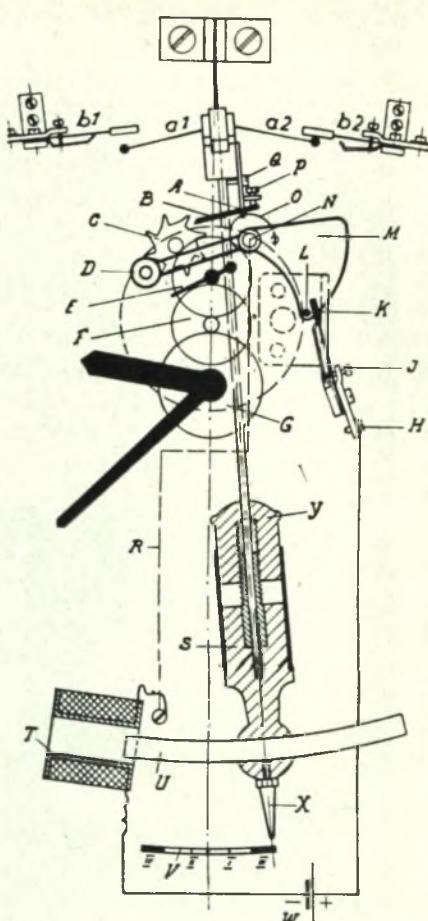


Abb. 14b. Schema der Ato-Hauptuhr

denpendel ist, so empfangen die abhängigen Nebenuhren halbsekündliche Stromstöße. Diese Nebenuhren sind mit selbstanlaufenden Viertelsekundenpendeln ausgerüstet, die durch die Stromstöße in erzwungen-synchrone Schwingungen von zweifacher Anzahl derjenigen des Hauptuhrpendels gebracht und erhalten werden.

Durch Anwendung von Nebenuhren-Relais ist weiter auch noch der Betrieb von Stromwechsel-Nebenuhren ermöglicht worden, so daß durch einen vereinigten Betrieb von

synchronisierten und Stromwechsel-Nebenuhren durch eine Ato-Hauptuhr bis zu 160 Nebenuhren angetrieben werden können. Der größte Zifferblattdurchmesser der synchronisierten Pendel-Nebenuhren beträgt 450 mm, derjenige der Stromwechsel-Nebenuhren 1600 mm. Die genaue Beschreibung des Ato-Verteilungssystems mit allen Nebenapparaten wird im Band IV dieser Schriftenreihe gegeben.

Da man bei Zeitabweichungen der Ato-Hauptuhr die angeschlossenen synchronisierten Nebenuhren nicht ohne weiteres beliebig und einheitlich vorstellen kann, so ist an der Hauptuhr eine Regulier-Einrichtung zum allmählichen Vor- oder Nachstellen getroffen, die in Abbildung 14c dargestellt ist. Die an jeder Ato-Einzeluhr des schöneren Aussehens wegen angebrachte rechte Spulen-Attrappe² ist zu einer richtigen Spule ergänzt worden, in deren Stromkreis ein Drehwiderstand R liegt. Bei jedesmaliger Rechtsschwingung des Pendelmagneten entsteht in dieser Spule ein Induktionsstrom, der die Pendelschwingungen je nach seiner Stärke mehr oder weniger verkleinert, also die Uhr mehr oder weniger vorgehen lässt. Je nachdem nun die Uhr vor- oder nachgehen soll, legt man durch Drehen der Kurbel des Widerstandes R mehr oder weniger Widerstand in den Induktionsstromkreis.

Weiter kann an der Hauptuhr noch eine Vorrichtung angebracht werden, mit deren Hilfe sie durch den frequenzkontrollierten Wechselstrom synchronisiert wird. Diese Einrichtung ist in der Abbildung 14d dargestellt. Der Synchronmotor 1 und der Transformator 11 liegen an dem frequenzkontrollierten Wechselstrom. Das Rad 2 des Motors trägt einen Kontaktstock 3, der allsekundlich einen Stromkreis über die Federn 4 schließt. Der Transformator liefert sekundär 3 Volt Wechselstrom, der in dem Gleichrichter 10 in Gleichstrom umgeformt wird. Dieser Gleich-

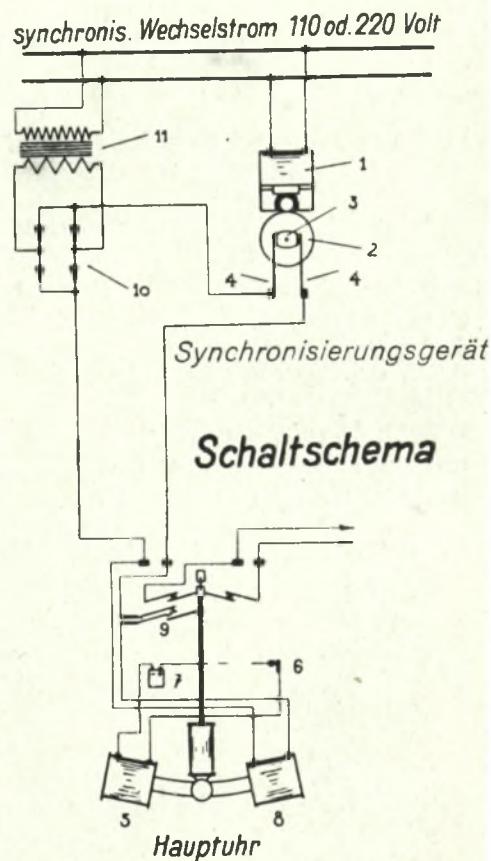


Abb. 14d. Vorrichtung zur Synchronisierung der Ato-Hauptuhr vom Netzwechselstrom

strom fließt durch das Schließen des Kontaktes 3 allsekundlich als kurzer Stromstoß über die Spule 8; er ist kräftiger als der aus dem Element 7 auf die Spule 5 einwirkende Strom. Solange also der kontrollierte Wechselstrom fließt und der Motor läuft, wird das Pendel der Hauptuhr von dem gleichgerichteten Wechselstrom angetrieben und synchronisiert. Bleibt dieser aus, so geht die Uhr durch den Antrieb aus dem Element weiter; allerdings wird sie voreilen, weil die Pendelschwingungen kleiner werden. Setzt dann der Strom wieder ein, so übernimmt er wieder die Synchronisierung, aber erst dann, wenn die Pendelschwingungen mit den sekundlichen Stromstößen aus dem Transformator im Synchronismus sind, weil erst dann der Kontakt 9 der Uhr mit dem Kontakt 3 des Motors sich gleichzeitig schließt.

Siemens-Hauptuhren

Die Hauptuhren der Firma Siemens & Halske A.-G. in Berlin beanspruchen in ihren verschiedenen Konstruktionen ein Sonderstudium. Die früheren Ausführungen waren entweder mit einem Hippischen Pendel oder aber mit einem durch ein Nebenuhrwerk betätigten elektrischen Aufzug versehen; ein Laufwerk trieb den bekannten Exzenter an, der zusammen mit einem Federsatz den Stromwechselkontakt bildete; für größere Schaltleistungen waren Stromwechselrelais vorgesehen.

In der Abbildung 15 sehen wir die mit dem Hippischen Pendel ausgerüstete Hauptuhr; sie ist zugleich mit einem Reguliermagneten E versehen, also als Unterhauptuhr durchgebildet. Der Anker dieses Magneten lässt durch einen Stromstoß von der ersten Hauptuhr aus einen Hebel in eine herzförmige Kurve eines der Zeigerräder schlagen, wodurch die Zeigereinstellung erfolgt.

In Abbildung 16 sehen wir die größere Hauptuhr mit elektrischem Gewichtaufzug und einer Differentialübertragung der Kraft auf Gehwerk und Laufwerk. Eine endlose Kette ist über ein an einem Nebenuhrwerk angebrachtes Kettenrad geführt. Durch das minutielle Schalten des Nebenuhrankers wird das Gewicht genau so viel gehoben, wie es in der Vorminute abließ.

Die erwähnten Konstruktionen sind nunmehr aufgegeben worden und durch eine Universalkonstruktion ersetzt. Die Einrichtung dieser hochinteressanten und „voll selbsttätig“ arbeitenden Hauptuhr ist in großen Zügen folgende.

Ein kleines Gewicht arbeitet über eine Darmsaite auf eine Trommel, die der Uhr eine mechanische Gangreserve von zwölf Stunden gibt. Die Trommel wird über eine zentrisch angeordnete Mehrfach-

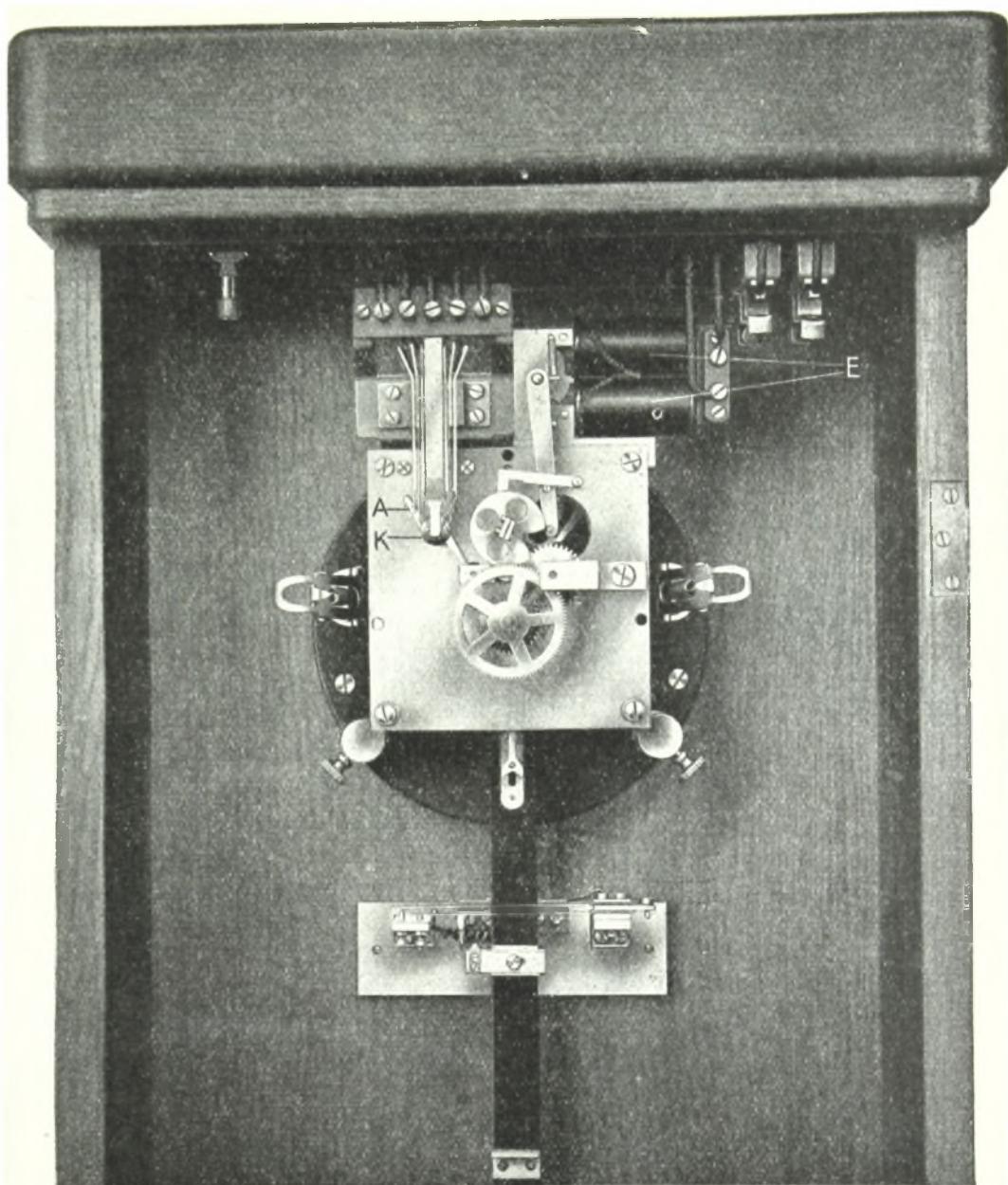


Abb. 15. Alte Siemens-Hauptuhr mit Hipschem Pendel

übersetzung alle Minute neu gedreht und dadurch das Gewicht um den abgelaufenen Betrag aufgezogen; ihre Kraft wird mit kleiner Übersetzung auf das Minutenrad übertragen. Der Aufzug erfolgt über eine besondere, mit einem großen Rad der Mehrfachübersetzung im Eingriff stehende Aufzugwelle, die über die Hinterwerkplatte hervorragt

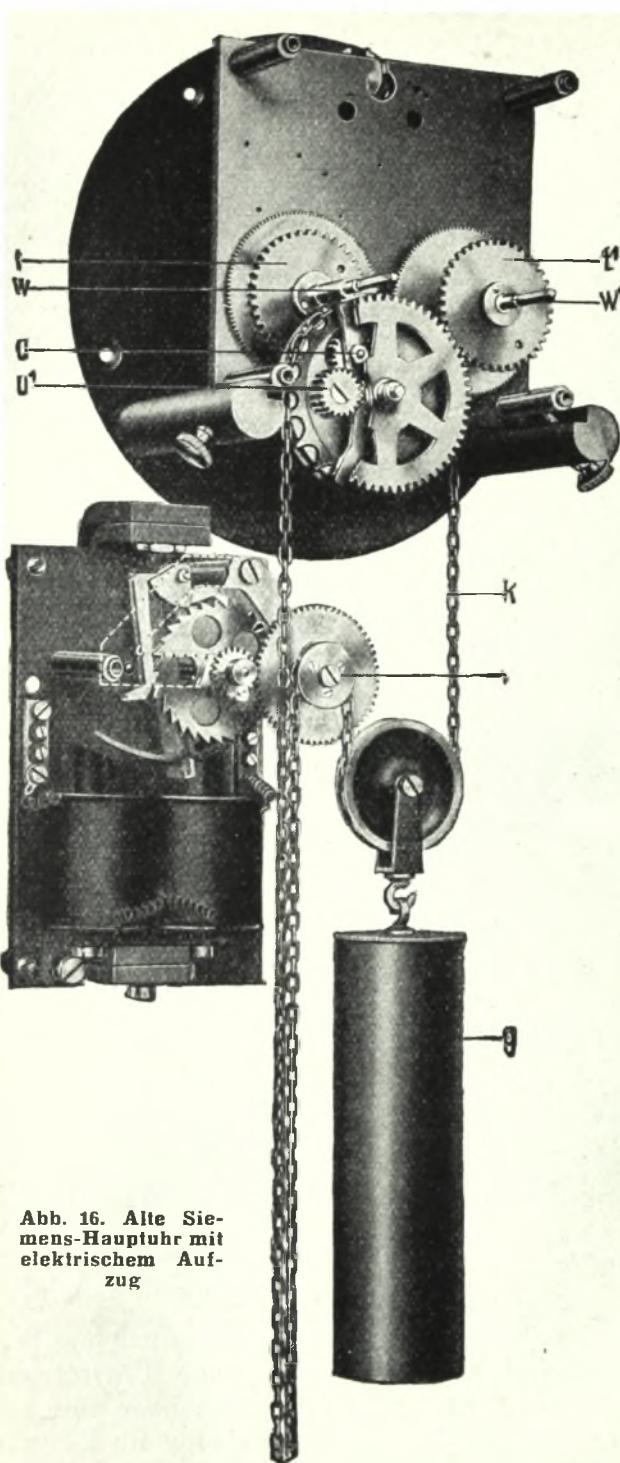


Abb. 16. Alte Siemens-Hauptuhr mit elektrischem Aufzug

und dort ein mit Sperrzähnen versehenes Schaltrad trägt. In die Sperrzähne dieses Schaltrades greift ein langer Hebel ein, der mit dem Anker eines sehr kräftigen, oberhalb der Werkplatte angeordneten Elektromagneten verbunden ist. Ein an den Anker genieteter Lappen greift in eine Gabel eines drehbaren Zahnsegmentes ein, das mit dem Trieb eines schweren, mit Reibung auf der Achse befestigten Schwunggewichtes in Eingriff steht. Diese Scheibe bewirkt bei jedem Ankeranzug und -abfall eine Verzögerung der Ankerbewegung.

Die erwähnte Aufzugwelle ist auch aus der Vorderplatine herausgeführt und trägt dort eine Steuerscheibe mit zehn Zähnen und eine aus Isoliermaterial bestehende Kontaktsscheibe mit fünf Zähnen. Der Aufzugmagnet wird betätigt durch zwei in Reihe zueinander liegende Kontakte, nämlich einen durch die Welle des Grahamankers gesteuerten Pendelkontakt und einen von der vorerwähnten Steuerscheibe abhängigen Vorkontakt. Die Über-

setzung ist so gewählt, daß die Steuerscheibe bei jedem 60. Pendelschlag den Vorkontakt schließt, und daß ein zweimaliger Ankeranzug das Gewicht genau um den abgelaufenen Betrag wieder aufzieht.

In der Abbildung 17 ist die Kontaktanordnung mit der Kontaktscheibe schematisch dargestellt. Der zwischen den Platinen angebrachte Pendelkontakt ist mit P_k bezeichnet, während der am Feder- satz ganz rechts angebrachte Vorkontakt mit V_k gekennzeichnet ist. Die mittleren acht Federn bilden den Stromwechselkontakt, der von den Nocken der Kontaktscheibe allminutlich wechselweise rechts und links betätigt wird.

In Abbildung 18 sehen wir das ganze Werk von der Vorderseite, bis auf den Aufzugmagneten, der durch seine Befestigungsplatte und den Feder- satz verdeckt ist. Der breite Streifen in der Mitte des Feder- satzes ist der hin und her zu bewegende Fortstellhebel für die Nebenuhren. Die unterhalb der Steuer- und Kontaktscheibe angebrachte Hebel- anordnung stellt die Minutensteuerung dar; sie ist abhängig einmal von der Stellung der Zähne der Steuerscheibe und zum andern von der Aufzugstellung der Gewichtstrommel. Diese Vorrichtung ist äußerst sinnreich und doch einfach durchgebildet; der Fachmann wird das Zusammenarbeiten der Teile an Hand eines Werkes und der von der Firma beigegebenen kleinen Anleitungsschrift sehr leicht erfassen.

Die Wirkungsweise der Uhr ist folgende: Ist die Uhr in Gang gesetzt und an die Batterie gelegt, so wird innerhalb der nächsten Minute der Vorkontakt V_k (Abbildung 17) sich schließen. Die nächste Pendel-Halbschwingung nach rechts wird dann auch den Pendelkontakt schließen, wodurch der Aufzugmagnet seinen Anker anzieht. Dem Übersetzungs- verhältnis entsprechend öffnet sich der Vorkontakt zwangsweise erst wieder nach zwei Ankeranzügen. Stand nun das fünfzähnige Schaltrad

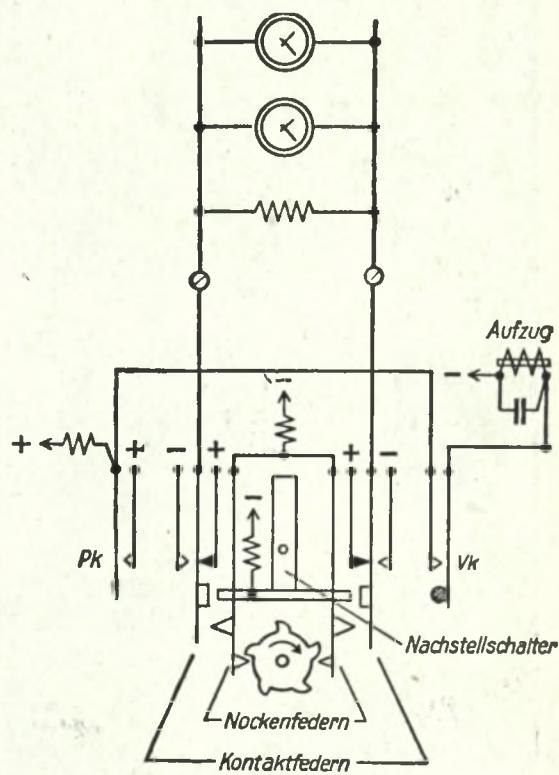


Abb. 17. Kontaktanordnung
der neuen Siemens-Hauptuhr

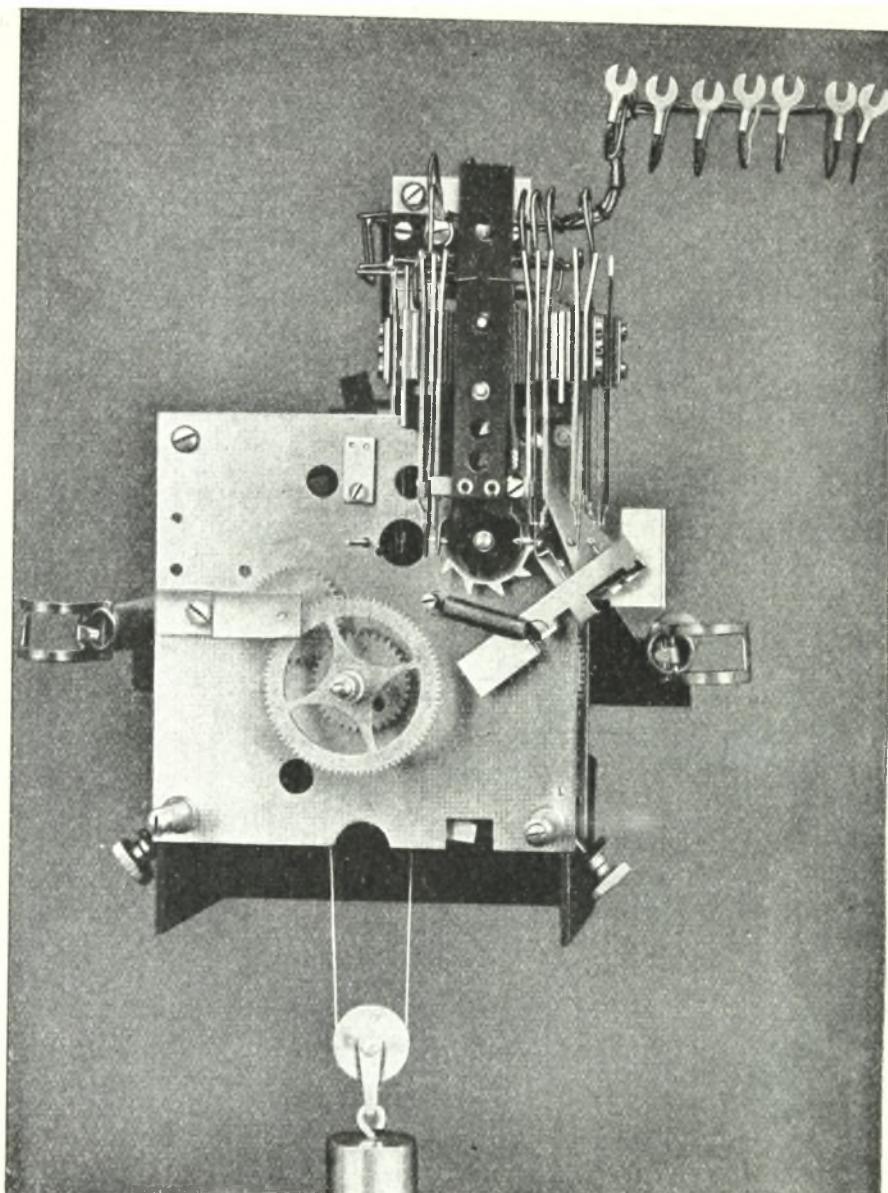


Abb. 18. Werk-Vorderseite der neuen Siemens-Hauptuhr

in der Abschaltstellung nach Abbildung 17, so wird der rechtsstehende Nocken die rechte Nebenuhrleitung an den Minuspol der Batterie legen, so daß ein Strom von links nach rechts durch die Nebenuhren fließt. Bei dem dann folgenden zweiten Ankeranzug wird das Schaltrad nochmals gedreht, wodurch wieder die Abschaltstellung des Stromwende-

kontaktes entsteht, diesmal aber in Vorbereitung für einen Stromlauf von rechts nach links über die Nebenuhren.

Dieser Stromwechselkontakt bietet der Energie der Selbstinduktion einen widerstandslosen Weg zum Verlauf; außerdem ist noch ein besonderer Parallelwiderstand vorgesehen. Zu dem Aufzugmagneten ist ein abgestimmter Kondensator als Funkenlöscher parallel gelegt, so daß der Pendelkontakt funkenfrei arbeitet.

Wir haben bereits erwähnt, daß durch den Aufzugmagneten erstens die Uhr allminutlich aufgezogen wird, und daß zweitens zugleich durch ihn der Hauptuhrkontakt gesteuert wird. Da zwischen den beiden

Aufzügen jeweils eine zeitliche Differenz von $1\frac{1}{2}$ Sekunden liegt, so bleibt auch der Hauptuhrkontakt $1\frac{1}{2}$ Sekunden lang geschlossen.

Sollte eine Betriebsstörung der Stromzufuhr eintreten, die in Unterbrechung oder in Spannungsrückgang bestehen kann, so zieht der Aufzugmagnet nicht mehr auf. Die Hauptuhr geht dann mit ihrer Gangreserve weiter; das Gewicht läuft allmählich ab, aber die Nebenuhren bleiben stehen. Wird dann innerhalb von zwölf Stunden der Fehler beseitigt, so daß die Stromlieferung wieder normal einsetzt, so wird in bekannter Weise die Gangreserve wieder aufgefüllt, das Gewicht wird wieder voll aufgezogen. Bei dieser Gelegenheit werden dann aber gleichzeitig selbsttätig die Nebenuhren auf den genauen Zeigerstand der Hauptuhr nachgestellt. Dies ist als eine außerordentlich wertvolle Bereicherung der Technik für Zentraluhrenanlagen zu beurteilen!

Die Siemens-Hauptuhren werden als Stand- und als Hängeuhren geliefert; die Abbildung 19 zeigt eine Hängeuhr.

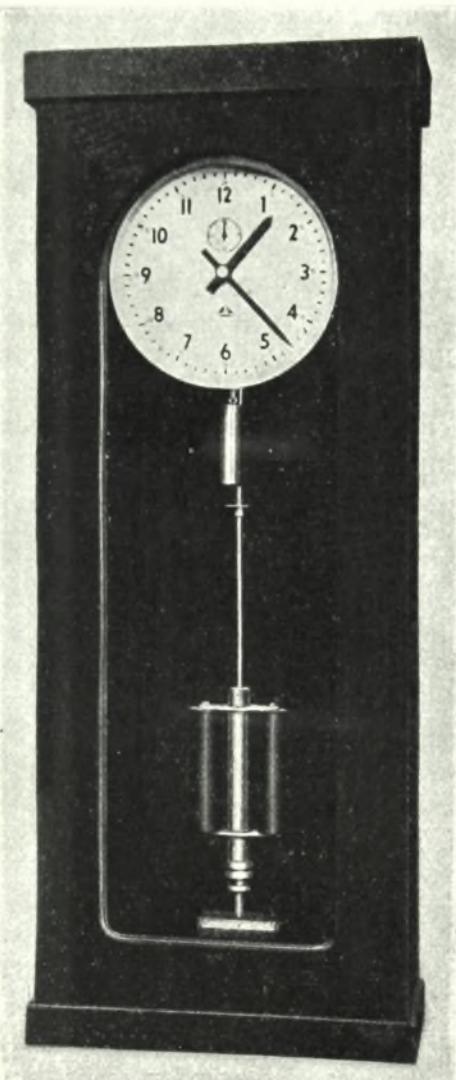


Abb. 19. Neue Siemens-Hauptuhr
in Hängegehäuse

Zusatzeinrichtungen zur neuen Siemens-Hauptuhr

Zu diesen Hauptuhren können nun weiter noch verschiedene, nachstehend besprochene Zusatzeinrichtungen und Geräte geliefert werden.

D i e H a u p t u h r a l s U n t e r h a u p t u h r . Nach den Angaben im Teil III, Abschnitt 3, werden für größere Stadt- und Bahnanlagen zum Teil Unterhauptuhren erforderlich, deren Zeitanzeige durch die Stromstöße aus dem Hauptnetz gesteuert wird. Die für diesen Zweck erforderliche Zusatzeinrichtung kann an der Siemensuhr jederzeit nachträglich angebracht werden. Sie stellt die Unterhauptuhr minutlich genau ein und berichtigt sowohl positive wie auch negative Gangfehler, die zwischen ± 2 und 8 Sekunden liegen. In der Einrichtung wird ein Eingangsrelais, ein Vorbereitungsrelais, ein Einschaltrelais für den Reguliermagneten, ein Reguliermagnet sowie ein von einer auf der Sekundenachse befestigten Schaltscheibe abhängiger Regulierkontakt zur Anwendung gebracht.

D i e R e g u l i e r u n g d u r c h d a s b a h n a m t l i c h e Z e i t - z e i c h e n „M E Z“. Die Vorrichtung für diese Art der Regulierung kommt naturgemäß ausschließlich für die Hauptuhren der Bahnhöfe in Anwendung. Sie arbeitet im Prinzip wie die auf die Unterhauptuhren angewandte; als zusätzliche Organe sind noch ein vierundzwanzigstündiger Einschaltkontakt sowie ein Hilfsrelais vorgesehen. Das Hilfsrelais wird durch den Einschaltkontakt täglich zwischen den Zeiten 7 h 59 min 30 s und 8 h 00 min 10 s erregt, wodurch der Reguliermagnet in Tätigkeit tritt und rechtzeitig gegen nachkommende Telegraphenströme wieder gesperrt wird.

D i e d r a h t l o s e E i n s t e l l u n g d u r c h R u n d f u n k . Städtische und industrielle Uhrenanlagen sind mit der Einstellung ihrer Uhren auf eigene Genauigkeit angewiesen. Soll diese Einstellung eine selbsttätige sein, so stehen dafür die von der Seewarte Hamburg über einige Sender gegebenen Zeitzeichen zur Verfügung, besonders das über den Nauener Großsender verbreitete O n o g o - Z e i t z e i c h e n . Eine Vorrichtung, mit Hilfe eines besonderen Empfängers dieses Zeitzeichen zum Einstellen zu verwenden, kann ebenfalls an die Siemens-Hauptuhr angebracht werden. Da diese Vorrichtung zu den frequenzgesteuerten gehört, so ist sie bereits im Band II, Teil V, dieser Bücherreihe besonders beschrieben worden.

D i e S t r o m v e r s o r g u n g . Das selbsttätige Nachstellen der Nebenuhren bei Stromstörungen macht die mit der Siemens-Hauptuhr betriebenen Uhrenanlagen weitgehend unabhängig von einer Batteriewartung. Daher können kleinere Anlagen ohne weiteres unter Anwendung eines Transformators und eines Gleichrichters unmittelbar aus dem Wechselstromnetz gespeist werden. Für besondere Fälle, bei denen auch ein vorübergehendes Zurückbleiben der Nebenuhren unbedingt vermieden werden muß, ist ein

Stromversorgungsgerät nach Abbildung 20 geschaffen worden, das eine Akkumulatorenbatterie für 12 Volt und eine Dauer-Ladeeinrichtung enthält. Die Spannung dieser Batterie bleibt auch bei unregelmäßiger Stromentnahme stets gleich.

Hauptuhren von Telefonbau und Normalzeit

Die Hauptuhren der Firma Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. (früher Elektrozeit A.G.) in Frankfurt a. M. haben nach allen Richtungen eine den neuzeitlichen Anforderungen entsprechende Durchbildung erfahren.

Sie werden geliefert als Hängeuhr mit $\frac{3}{4}$ Sekundenpendel und elektrischem Gewicht-Aufzug, aber ohne Sekundenanzeige, als Hängeuhr mit Sekundenpendel, Sekundenanzeige und mit elektrischem Gewicht-Aufzug sowie das gleiche Werk in Standgehäuse. Anstatt des Holzpendels kann ein NickelstahlpPENDEL eigener Konstruktion oder ein Riefler-NickelstahlpPENDEL Verwendung finden. Der Stromwechselkontakt schaltet bis zu 80 Nebenuhren betriebssicher; die Gangreserve beträgt rund sechzehn Stunden.

Die Abbildung 21 zeigt die Standuhr in der Ansicht.

Die Konstruktion des Werkes ist ganz besonderer Art. Die Abbildung 22 zeigt erstens, daß das Uhrwerk mit einem Griff von dem bekannten Elektrozeit - Aufzug getrennt werden kann, dessen große Schwungscheibe das Gewicht über eine Schnurrolle dann wieder aufzieht, wenn es so weit gesunken ist, daß ein Kontaktarm der Schwungscheibe mit einem zweiten des Schwingankers Berührung erhält. Zweitens zeigt das Bild die übersichtliche Anordnung der Anschlußklemmen, und drittens ist ersicht-

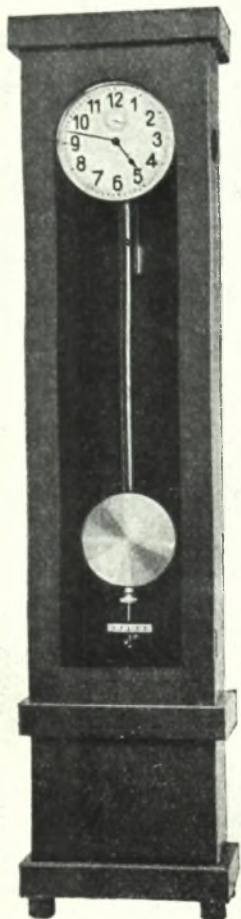


Abb. 21.
Hauptuhr in Standgehäuse von Telefonbau und Normalzeit

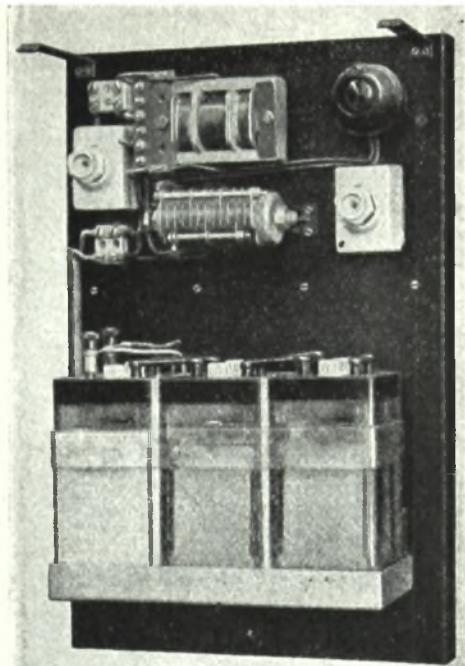


Abb. 20. Siemens-Stromversorgungsgerät

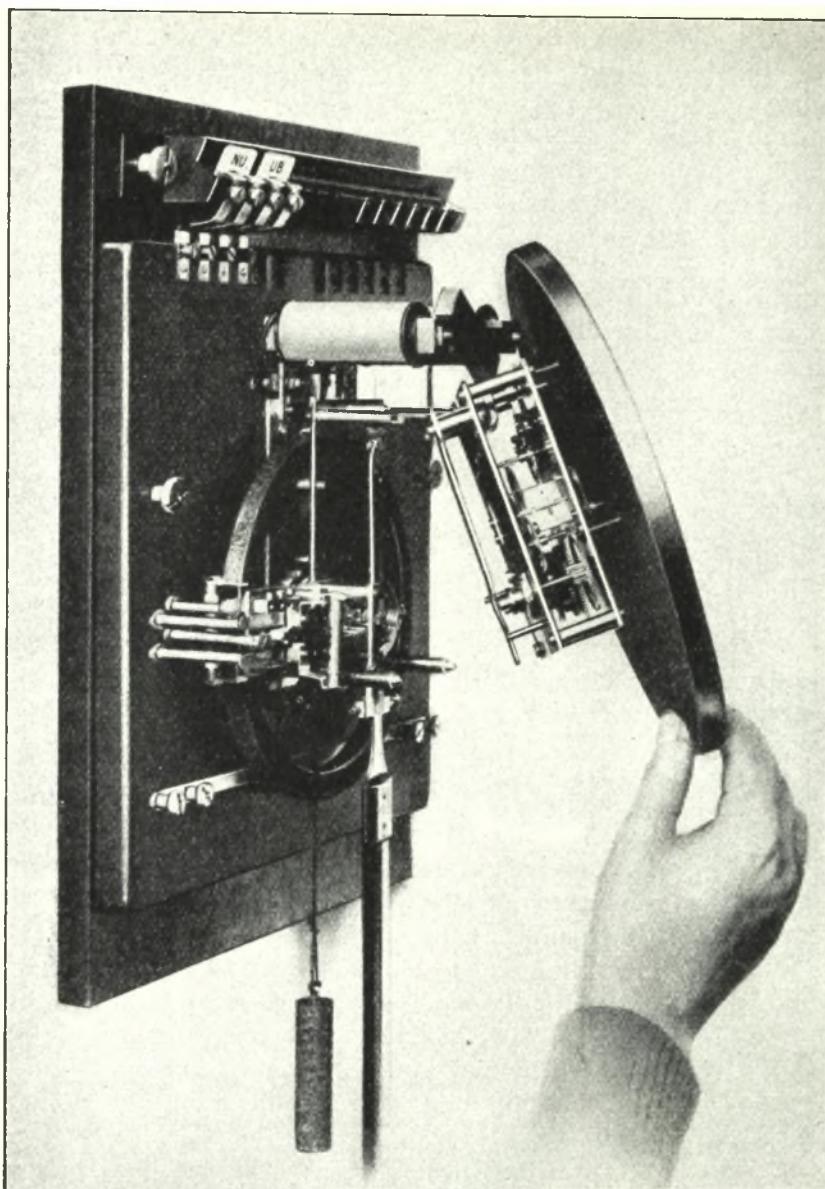


Abb. 22. Hauptuhrwerk mit Selbstaufzug, Bauart Telefonbau und Normalzeit

lich, daß das Laufwerk aus nur einem Rade und einem Windflügel besteht.

Die Abbildung 23 zeigt, daß der Aufzug mit der Planetenwelle eines Differentialgetriebes gekuppelt wird, dessen unteres Sonnenrad mit der auslösenden und stoppenden „Peitsche“ einerseits und mit der Exzenterwelle andererseits im Eingriff steht, während das

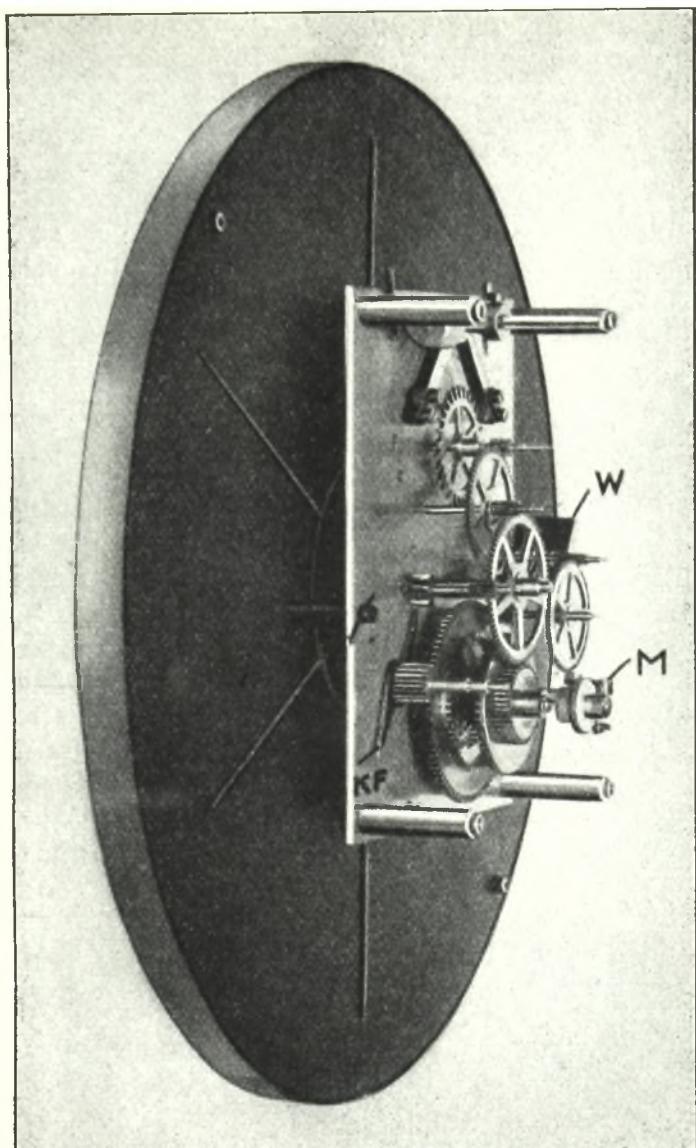


Abb. 23. Räderwerk der Hauptuhr von Telefonbau und Normalzeit

zweite Sonnenrad die Kraft auf die Minutenwelle des Gehwerks überträgt.

Der sehr kräftige Stromwechselkontakt nach Abbildung 24 bildet einen in sich geschlossenen und leicht abnehmbaren Apparat. Er ist erstens im strengen Unterschied zu den üblichen Kontakten, deren Exzenter stets mit dem Körper der Uhr leitend verbunden ist, in allen stromführenden Teilen gut isoliert, so daß die ganze Anordnung

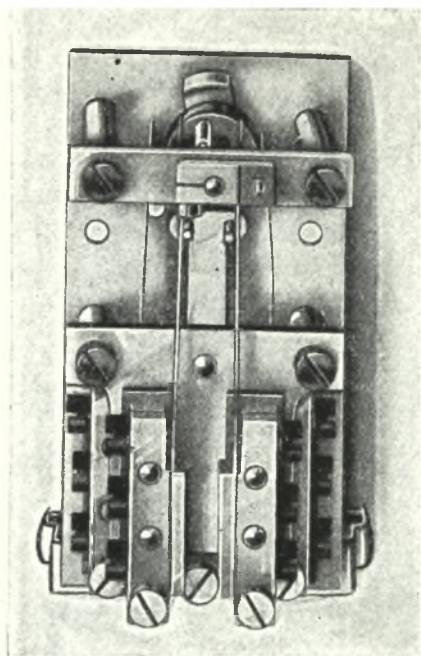


Abb. 24.
Stromwechselkontakt der Hauptuhr
von Telefonbau und Normalzeit

eine Anleitung für die Anwendung einfacher Gewichte zu geben.

Weiter muß es als vorbildlich gelten, daß die Firma genaue Angaben über die Gangänderung der Uhren für die Verdrehung der Pendelmutter mittels der auf ihr angebrachten Teilstriche macht.

Für größere Schaltleistungen wird den Hauptuhren ein Stromwechselrelais nach Abbildung 25 in der Schaltung nach Abbildung 8 zugeschaltet. Das polarisierte Relais zieht allminutlich durch den von der Hauptuhr ausgehenden Stromstoß wechselnder Richtung abwechselnd einen der beiden Anker 7 und 8 an, so daß entweder die Kontaktfeder 13 sich an das Kontaktstück 16 oder die Feder 14 sich an 16 legt, wodurch Stromschluß und

der Hauptuhren den Vorschriften des V.D.E. für Starkstrom entspricht. Zweitens schaltet der Kontakt bei Stromschluß und Stromunterbrechung der Batterie einen Widerstand vor, genau wie der Wagner-Kontakt nach Abbildung 4.

In geradezu vorbildlicher Art gibt die Firma Anweisungen zum richtigen Einstellen der Kontaktfedern des Stromwechselkontakte, indem sie den in Gramm ausgedrückten Druck bekanntgibt, welcher an bestimmten Stellen der Federn herrschen soll. Damit ist Gewähr gegeben, daß bei der Reparatur der Kontakt auf seine höchste Schaltleistung eingestellt werden kann. Leider ist angegeben, daß zur Bestimmung dieser Federspannungen eine Präzisions-Federwaage erforderlich ist. Da eine solche sich selten oder nie im Besitz des Handwerkers befindet, mag hiermit angeregt werden,

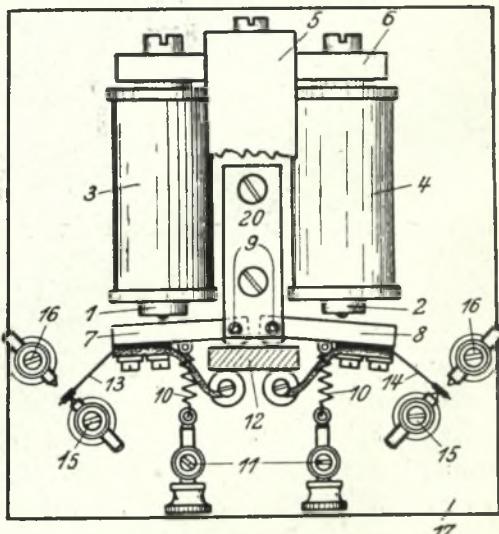


Abb. 25. Stromwechselrelais von Telefonbau und Normalzeit

Stromwechsel über die Nebenuhrleitungen erfolgt. Selbstverständlich ist ein derartiges mechanisches Relais von einer viel geringeren Schaltleistung als die Quecksilberröhren, aber nach Angabe der Firma können mit ihm bis zu hundert Nebenuhren geschaltet werden.

Auf Wunsch kann den Hauptuhren auch ein Sekundenkontakt angefügt werden.

Eine besondere und neue Einrichtung gestattet es ferner, die Hauptuhren durch das bahnamtliche M E Z - Zeitzeichen täglich auf genaue Zeit einzustellen zu lassen. Die mechanische Einrichtung dieser Einstellvorrichtung ist in Abbildung 26 schematisch dargestellt. Wird

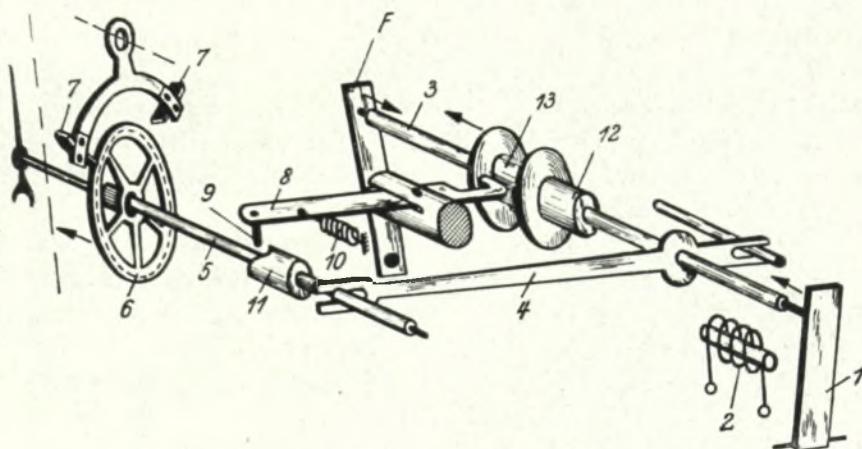


Abb. 26. M. E. Z. - Reguliereinrichtung von Telefonbau und Normalzeit

der Anker 1 des Reguliermagneten 2 angezogen, so verschiebt sich die Schubstange 3 in der Richtung auf das Steigrad 6. Die Gabel des Hebels 4 nimmt die Steigradwelle mit, so daß das Steigrad aus den Ankerklauen heraustritt und frei wird. Zugleich wird auch der Hebel 8 durch die Stellringe 12, 13 frei, so daß die Feder 10 den Stift 9 in die Kurve des Reguliernockens 11 hineindrücken kann. Dadurch wird das Steigrad festgehalten, und zwar in der Sekundenzeigerstellung 00 Sekunden.

Diese Einstellung des Steigrades geschieht unter Anwendung eines vierundzwanzigstündlich betätigten Kontaktes einmal täglich morgens. Genau um 8 Uhr nach richtiger Zeit wird der Anker 1 angezogen und fällt sofort wieder ab, wodurch das Steigrad entkuppelt und wieder zwischen die Klauen des noch schwingenden Grahamankers sanft zurückgeführt wird, so daß die Uhr, genau eingestellt, weitergeht. Die Art der Feststellung des Steigrades durch einen Nocken mit flacher Kurve gestattet eine Vor- oder Rückregulierung in ziemlich weiten Grenzen. Für die Vorbereitung der Erregung des Reguliermagneten und zwecks Sicherung gegen später eintreffende Telegraphenzeichen wird

eine besondere, aus drei Relais und einigen Kontakten bestehende elektrische Einrichtung erforderlich, deren genaue Beschreibung zu weit führen würde.

Die Hauptuhren für Schiffsanlagen der Firma sind in viereckigen Holz- oder Metallgehäusen untergebracht. Das Werk ist mit Ankerhemmung, selbsttätigem oder Handaufzug, Stromwechselkontakt für fünfzig Nebenuhren und selbsttätiger Fortstellvorrichtung versehen.

Magneta-Hauptuhren

Die Magneta A.-G. in Zürich mit ihrer deutschen Zweigfabrik in Singen lieferte die ersten kontaktlosen Hauptuhren im Jahre 1900. Später trat die Deutsche Magneta-A.-G. in Köln an deren Stelle. Die von diesen Firmen hergestellten Hauptuhren werden entsprechend der Anzahl der Größe und Leistung nach Uhreneinheiten unterschieden, einen Zifferblattdurchmesser der Nebenuhren von 30 cm als Einheit gerechnet. Während die kleinste Hauptuhr für 30 Einheiten bestimmt war, wurde die größte für 500 Einheiten gebaut.

Die Werke dieser Hauptuhren bestehen aus einem gut gearbeiteten

Gehwerk, einem vom Gehwerk minutlich ausgelösten, außerordentlich kräftigen Laufwerk und einem Induktor (siehe Teil III, Abschnitt 8), dessen Anker in jeder Minute abwechselnd in entgegengesetzter Richtung und um einen Winkel von rund 30 Grad stoßweise von dem Laufwerk bewegt wird. Hierdurch entstehen Stromstöße wechselnder Richtung von 0,01 bis 0,02 Sekunden Dauer, die dem unmittelbaren Betrieb der Nebenuhren in Reihenschaltung dienen. Reicht die Leistung eines einzigen Induktors nicht aus, so werden bis zu fünf Induktoren von dem Laufwerk gleichzeitig angetrieben, die jeder ihren eigenen Stromkreis haben. Die treibende Kraft liefert ein bis zu 200 kg schweres Gewicht, und zwar dem Uhrwerk und dem Laufwerk gleichzeitig über ein Differentialgetriebe; der Aufzug kann von Hand oder durch einen Motor erfolgen.

In der Abbildung 27 ist das Schema eines Induktors dargestellt. Zwischen den Polschuhen zweier gleichpolig befestigter Dauermagnete ist eine Spule zentrisch angeordnet, in deren Hohlraum ein Flachanker drehbar gelagert ist. Bei einer Drehbewegung des Ankers um rund 30 Grad

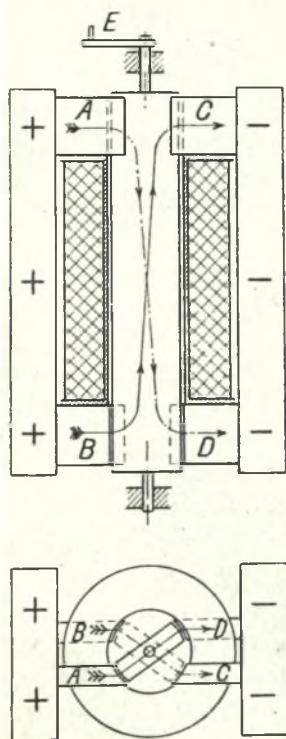


Abb. 27.
Schema des Magneta-
Induktors

nach rechts und links entstehen in der Spule Stromstöße von entgegengesetzter Richtung, deren Stärke und Spannung von der Größe des Kraftlinienfeldes, von Windungszahl und Drahtstärke der Spule und von der Geschwindigkeit der

Ankerbewegung abhängig ist. Die für eine Ankerbewegung erforderliche Kraft ist naturgemäß um so größer, je höher die Leistung in Watt der Induktorspule wird oder werden soll.

Die Abbildung 28 zeigt eine Hauptuhr mit vier Induktoren und mit Motoraufzug.

Nach der Auflösung der Deutschen Magneta A.G. hat die Firma Paul Fircbow Nachfgr. in Berlin die Fabrikation und den Vertrieb der Magneta-Uhren aufgenommen. Die Bezeichnung „Magneta“ ist nur für Deutschland beibehalten worden; in anderen Ländern werden die Uhren unter der Schutzmarke „System Inducta“ gehandelt. Diese Firma hat,

besonders an den Hauptuhren, systematische Verbesserungen vorgenommen.

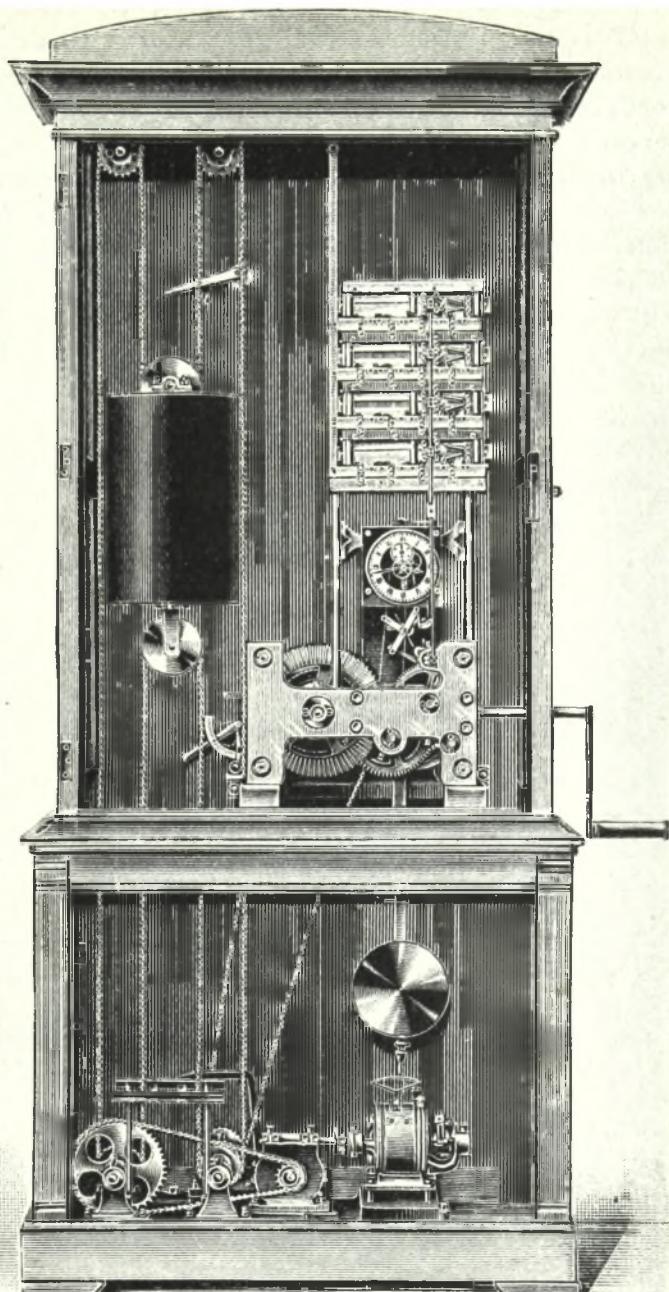


Abb. 28. Magneta-Hauptuhr mit vier Induktoren, alte Bauart

Es werden nur noch zwei Hauptuhren gebaut, je eine mit einer Induktorleistung für 25 und für 200 Nebenuhr-Einheiten, die Einheit als den Verbrauch einer Nebenuhr mit 20 bis 30 cm Zifferblattdurchmesser gerechnet. Die kleine Uhr hat eine Leistung von 30 Volt bei im Mittel 18 Milliamper, gleich 0,54 Watt; die große dagegen leistet 180 Volt und im Mittel auch 18 Milliamper, gleich 3,24 Watt. Hieraus errechnet sich ein Verbrauch der „Einheits-Nebenuhr“ von $3,24 : 200 = 0,0162$ Watt oder, bei der erforderlichen Serienschaltung, von $180 : 200 = 0,9$ Volt \times 0,018 Ampere, gleich ebenfalls 0,0162 Watt. Der Induktor der Uhr ist mit mehreren Spulen versehen, deren Enden zu einem Klemmbrett für vier Stromkreise geführt sind. Ist der Induktor mit nur 50 Uhren-einheiten oder weniger belastet, so muß an die Klemmen eines leeren Stromkreises eine Spule mit 1000 Ohm Widerstand gelegt werden.

Sehr von Bedeutung ist es, daß die Dauer der Stromstöße der neuen Uhren auf 0,05 Sekunden verlängert worden ist, weil dadurch die Möglichkeit des Betriebes größerer Nebenuhren erheblich gestiegen ist. Die einwandfreie Messung der Zeitdauer solcher kurzen Stromstöße ist

nur in Anwendung von Oszillographen und die Messung der Stromstärke nur mittels eines ballistischen Galvanometers möglich.

Wird das Gewicht nicht rechtzeitig aufgezogen, so setzt kurz vor dem völligen Ablauf eine Bremsung der Pendelschwingungen ein, damit durch die letzten geschwächten Stromstöße die Nebenuhren nicht ihre einheitliche Zeitanzeige verlieren.

Die Abbildung 29 gibt das Werk der großen Hauptuhr wieder mit Induktor und Klemmbrett (34), Aufzugsmotor (64), Steigrad mit Auslösescheibe (53, 54), Differentialgetriebe (52), Gewichtsband (23) und Fortstellhebel (38). Aus

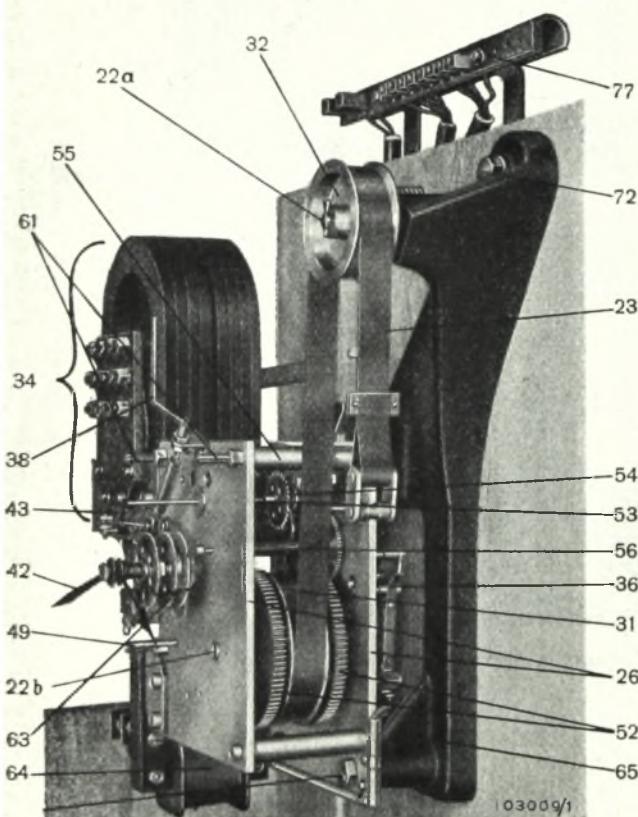


Abb. 29. Großes neues Magneta-Hauptuhrwerk

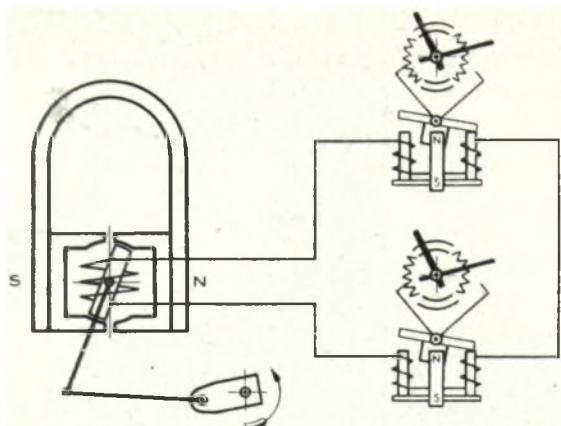


Abb. 30. Magneta-Prinzipschaltung

Hauptuhren für Schiffsanlagen. In gedrängter Anordnung ist ein mit Unruh versehenes Gehwerk mit einem Induktor in einem Holzgehäuse untergebracht; eine starke Zugfeder wird von Hand aufgezogen. Damit bei einem völligen Ablauf der Feder die Nebenuhren nicht durch letzte schwächere Stromstöße ungleiche Zeiten anzeigen, ist eine Vorrichtung angebaut, welche die Unruh kurz vor dem völligen Federablauf stillsetzt.

Wagner-Hauptuhren

Die Hauptuhren der Firma C. Theod. Wagner A. G. in Wiesbaden sind bekannt und weit verbreitet. Sie werden geliefert mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel als Federzuguhren oder mit elektrischem Aufzug in Hängegehäuse für den Betrieb bis zu 50 Nebenuhren, in Standgehäuse mit Sekundenpendel und Gewicht-Handaufzug oder mit elektrischem Aufzug für den Betrieb bis zu 100 Nebenuhren und in Standgehäuse mit Sekundenpendel und elektrischem Aufzug mit Kontaktvorrichtung für vier bis sechs Linien, jede Linie belastbar bis zu 100 Nebenuhren. Die

Abbildung 30 ist das Schalt-schema für die Nebenuhren zum Induktor zu entnehmen, und Abbildung 31 zeigt die große Hauptuhr bei geöffneter Tür. Die Bauart der kleineren Uhr und des Differentialgetriebes ist auch in Band I, Seite 54, beschrieben.

Die Firma liefert auch

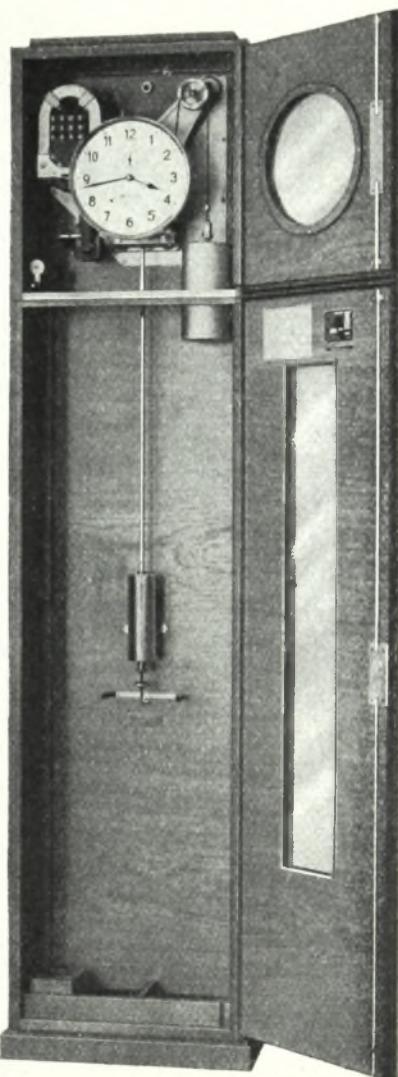


Abb. 31. Neue große Hauptuhr
Magneta, geöffnet

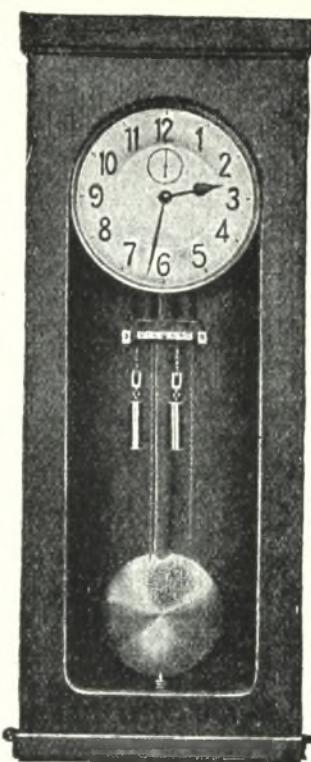


Abb. 32. Wagner-Hauptuhr mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel

Pendel sind mit Holzstange versehen, die Linsen der $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel sind nicht beschwert, die der Sekundenpendel sind sehr schwer. Auf Bestellung wird ein Rieflerpendel zweiter oder erster Klasse eingebaut. Die Abbildung 32 zeigt die Hängeuhr mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel und Selbstaufzug, die Abbildung 33 die Standuhr mit Selbstaufzug und mit Kontakt für sechs Linien.

Der elektrische Aufzug arbeitet allminutlich durch den Stromwechselkontakt, der einen großen Z-förmigen Anker in die Polschuhe eines Schwingankersystems hineinzieht und dadurch beide Gewichte gleichzeitig um den abgelaufenen Betrag hochzieht; der angewandte Stromwechselkontakt und der Linienelektrode sind in den Abbil-

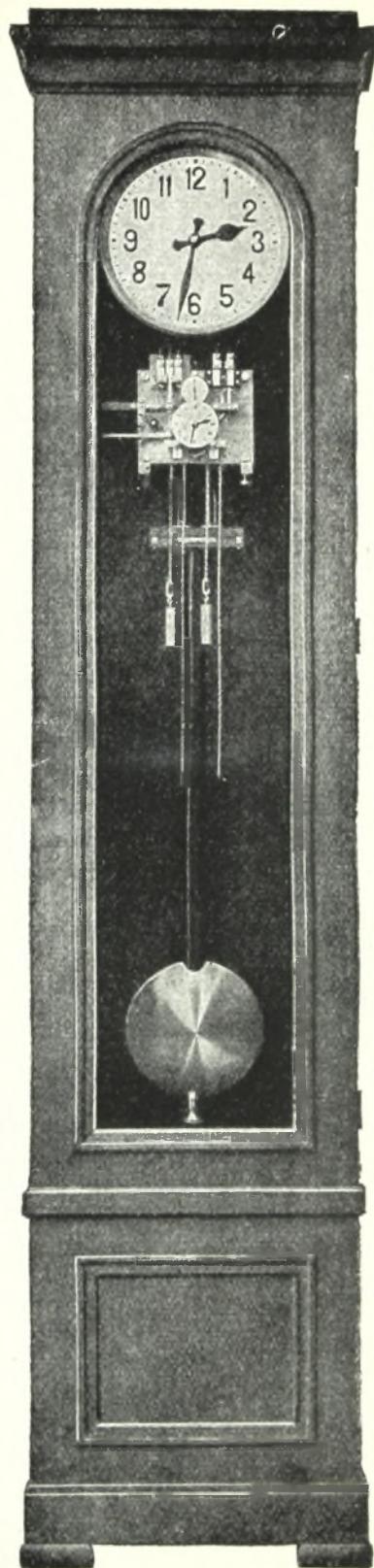


Abb. 33. Wagner-Hauptuhr mit Sekundenpendel für sechs Linien

dungen 4 und 7 dargestellt. Die Uhren mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel lösen ihre Laufwerke allminutlich mittels der bekannten „Peitsche“ aus, während die Uhren mit Sekundenpendel mit einer von dem Steigrad betätigten Präzisionsauslösung ausgerüstet sind.

Zum Betriebe von Sekunden-Nebenuhren können die mit Sekundenpendel versehenen Hauptuhren mit einem Stromwechsel-Sekundenkontakt versehen werden, der durch das Pendel angetrieben und oberhalb der Pendelaufhängung angeordnet ist. Dieser Kontakt ist mit

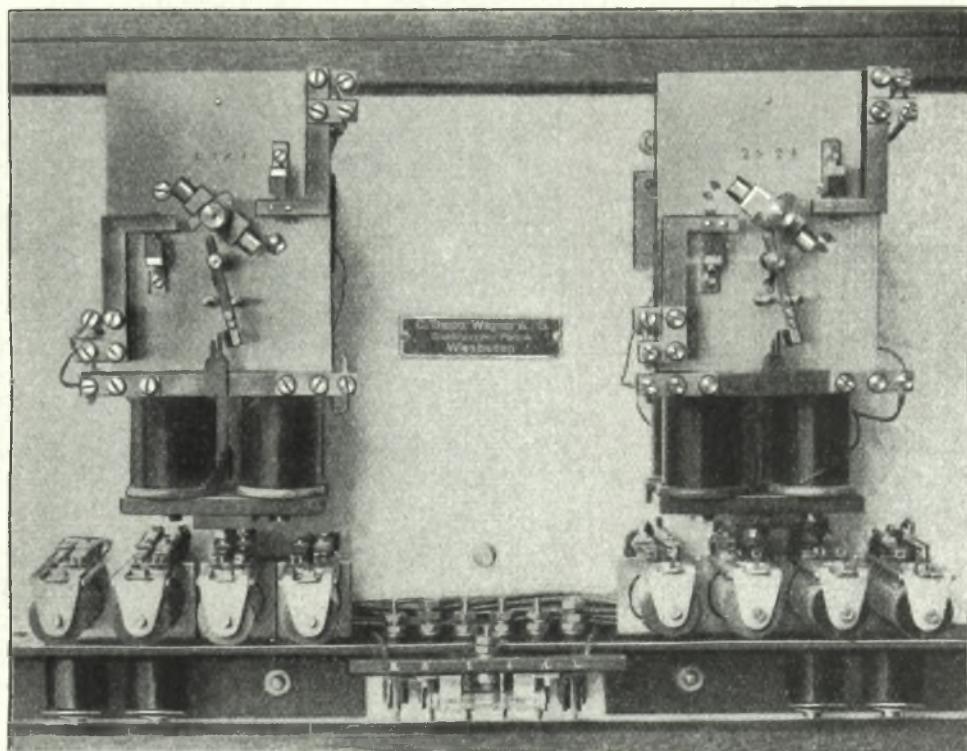


Abb. 34. Wagner-Stromwenderelais

einer sehr guten Funkenlöschung versehen und an vielen Sternwarten und wissenschaftlichen Instituten erprobt; er ist belastbar mit rund dreißig kleinen Nebenuhren, die natürlicherweise mit konzentrischer Sekunde versehen sind.

Nach Abbildung 34 werden für große Uhrenanlagen Wechselrelais verwendet in der Schaltung nach Abbildung 8. Ihre Kontakte bestehen aus sehr kräftigem Wolfram; zum Zweck der Funkenlöschung werden Verzögerungsmagnete (im Bild je vier für ein Relais) benutzt, die sich nacheinander in die Leitung einschalten und dadurch den abzuschaltenden Strom auf einen geringen Wert drosseln.

Die Einrichtung der Firma, ihre mit Sekundenpendel versehenen Hauptuhren durch das bahnamtliche M E Z.-Zeitzeichen einstellen zu lassen, ist bereits im Teil III, Abschnitt 12, beschrieben worden.

Eine H a u p t u h r f ü r S c h i f f s a n l a g e n wird seit vielen Jahren von der Firma auch geliefert. Es handelt sich um eine tragbare Uhr in viereckigem Holzgehäuse mit Hand- oder elektrischem Aufzug, feinster Ankerhemmung mit Kompensationsunruh, normalem Stromwechselkontakt und selbsttätigem Fortsteller.

Die Wagner-Hauptuhren stellen sowohl hinsichtlich des Materials wie auch der Herstellung beste Präzisionswerke dar. Nur dadurch ist es erklärlich, daß in sehr vielen Uhrenanlagen des In- und Auslandes noch heute Hauptuhren laufen, die vor fünfzig Jahren und länger in Betrieb genommen wurden.

Bürk-Hauptuhren

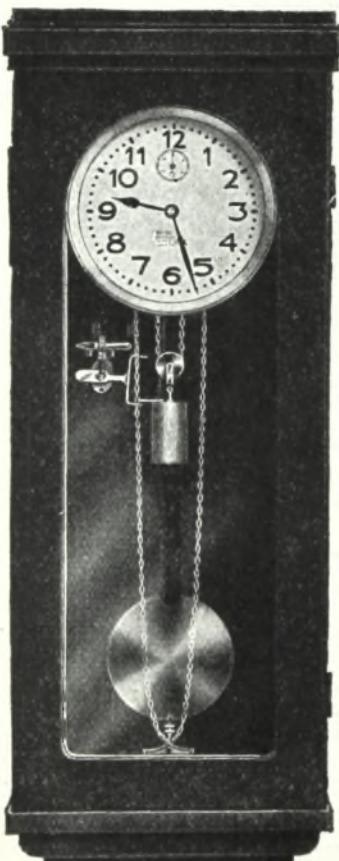


Abb. 35. Bürk-Hauptuhr mit Gewichtsaufzug

Die Firma Württembergische Uhrenfabrik Bürk Söhne in Schwenningen baute früher Hauptuhren nur mit normalem Laufwerk und Stromwechselkontakt, deren Geh- und Laufwerk durch ein Gewicht über eine endlose Kette gemeinsam angetrieben wird. Der A u f z u g wird, wie die Abbildung 35 zeigt, durch einen von dem Gewicht gesteuerten Hebel derartig betätigt, daß der Hebel bei fallendem Gewicht eine Quecksilber-röhre kippt, die dadurch ihren Kontakt schließt und einen H a u p t s t r o m m o t o r einschaltet, der das Gewicht hebt. Das dann hochsteigende Gewicht kippt sodann den Hebel und damit die Röhre in die Ausschaltstellung zurück. Die Hängeuhr mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel hat eine Gangreserve von 24, die Standuhr mit Sekundenpendel von 36 Stunden. Die Leistung des Stromwechselkontakte entspricht etwa einer Belastungsfähigkeit von fünfzig mittleren Nebenuhren.

Die mit dem Betrieb größerer Uhrenanlagen gestellten höheren Anforderungen an die Schaltleistung führten dann zur Durchbildung einer neuen H a u p t u h r ohne Laufwerk mit eingebauten Stromwechselrelais für sehr hohe Leistungen. Die Abbildung 36 zeigt die Uhr,

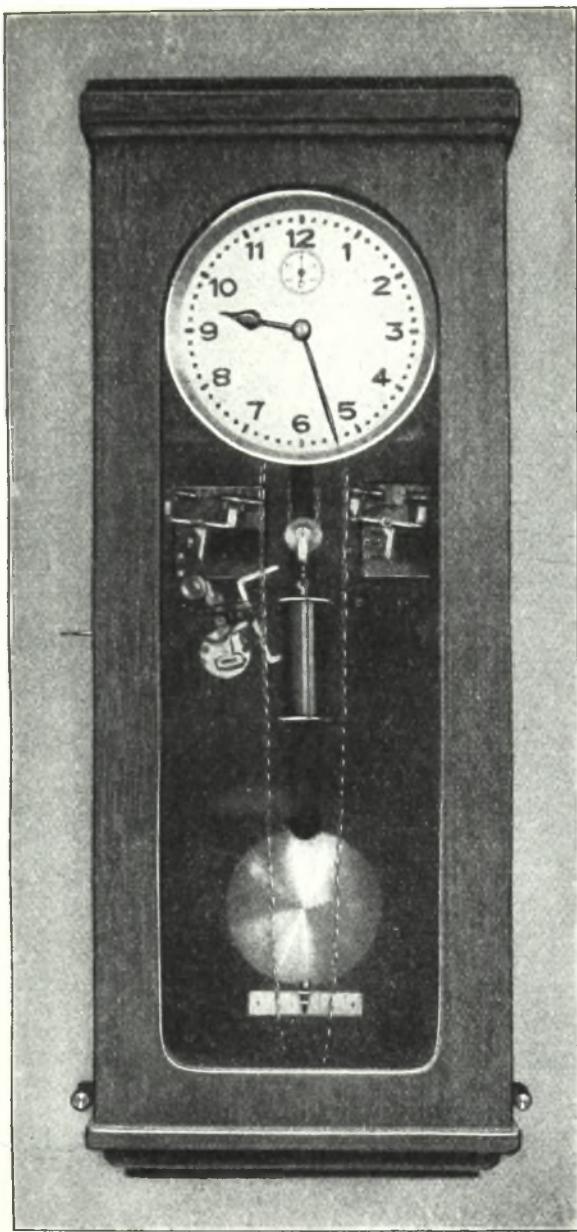


Abb. 36. Bürk-Hauptuhr mit Stromwenderelais

mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel versehen. Die beiden Wechselrelais sind unterhalb des Zifferblattes rechts und links montiert.

Die Steuerung der Relais ist eine überaus einfache; sie ist in Abbildung 37 dargestellt. Das vom Gehwerk angetriebene Schaltrad 1 dreht sich zeitlich so oft, daß jede Minute einmal abwechselnd einer der beiden Kontakte 2 und 3 durch einen Schaltzahn geschlossen wird. Die vier Kontaktfedern liegen je an einem Isolierstift 4 an und drücken die Kontakthebel gleichzeitig an den Ruhestift 5. Die Nase je eines der beiden Arme der Kontakte ist etwas länger gehalten als die des anderen Armes.

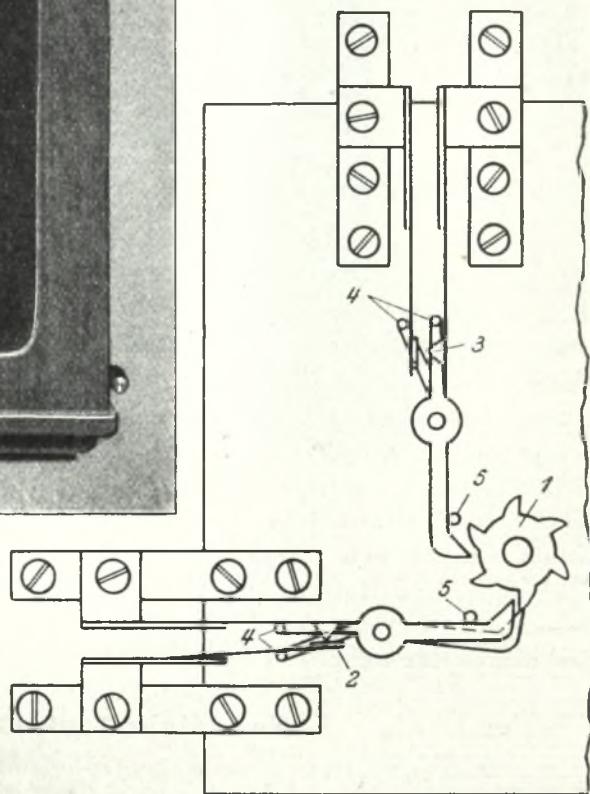


Abb. 37. Bürk-Hauptuhrkontakt und Relaissteuerung

In dem Bild ist der Kontakt 2 geschlossen, weil die Nase des längeren unteren Armes noch nicht von dem Schaltzahn abfiel. Dreht sich das Rad 1 ein wenig nach links herum, so wird auch der zweite Arm abfallen und dadurch der Kontakt 2 geöffnet. In der nächsten Minute werden die beiden Arme des Kontaktes 3 angehoben, um auch nacheinander abzufallen, so daß auch dieser Kontakt für eine gewisse Zeit geschlossen bleibt.

Die Dauer des Kontaktchlusses hängt ab von dem Längenunterschied der Kontaktarme. Es ist natürlich nicht schwer, die Länge eines der beiden Arme veränderlich und einstellbar zu machen. Tatsächlich läßt sich auf diese Art die Kontaktzeit der Bürkschen Hauptuhr in den Grenzen von 0,10 bis 10 Sekunden einstellen.

Die beiden Kontakte 2 und 3 werden in genau gleicher Weise zu einander, zur Batterie und zu den Wechselrelais geschaltet wie der Hauptuhrrkontakt *a*, *b*, *c*, *d* nach Abbildung 8. Die Schaltleistung dieser Hauptuhr ist also nur durch die Leistung der für die Relais verwendeten Quecksilberröhren beschränkt.

Der Stromverbrauch des Aufzugmotors beträgt nur 0,5 Watt; der Aufzug erfolgt alle zwei Stunden.

Zu den Hauptuhren mit Sekundenpendel liefert die Firma weiter noch auf Bestellung einen zusätzlichen kräftigen Sekundenkontakt, wie er für kurzzeitige Arbeitskontrollen und Maschinensteuerungen verlangt wird.

2. Hauptuhren zum Einstellen mechanischer Nebenuhren

AEG-Hauptuhr mit Regulierkontakt

Gelegentlich der Beschreibung der Hauptuhren der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ist bereits erwähnt worden, daß diese Uhren auf Bestellung außer mit dem Stromwechselkontakt auch mit einem Regulierkontakt zum periodischen Einstellen abhängiger mechanischer Nebenuhren versehen werden.

Ein solcher Kontakt ist gebildet aus einem auf der Minutenachse befindigten Exzenter und zwei Kontaktarmen oder Federn, die sich ungefähr fünf Minuten vor jeder Stunde schließen und genau zu jeder vollen Stunde sich öffnen. Die Nebenuhren werden somit allstündig eingestellt. Der Kontakt ist für den Starkstrombetrieb gebaut. Besteht die Gefahr der Überlastung, so kann ein einfaches Relais als Verstärker der Schaltleistung in Anwendung kommen.

Normalzeit-Zentraluhren

Die Normalzeit-Haupt- oder -Zentraluhren der Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. in Frankfurt a. M. sind wesentlich umfangreicher

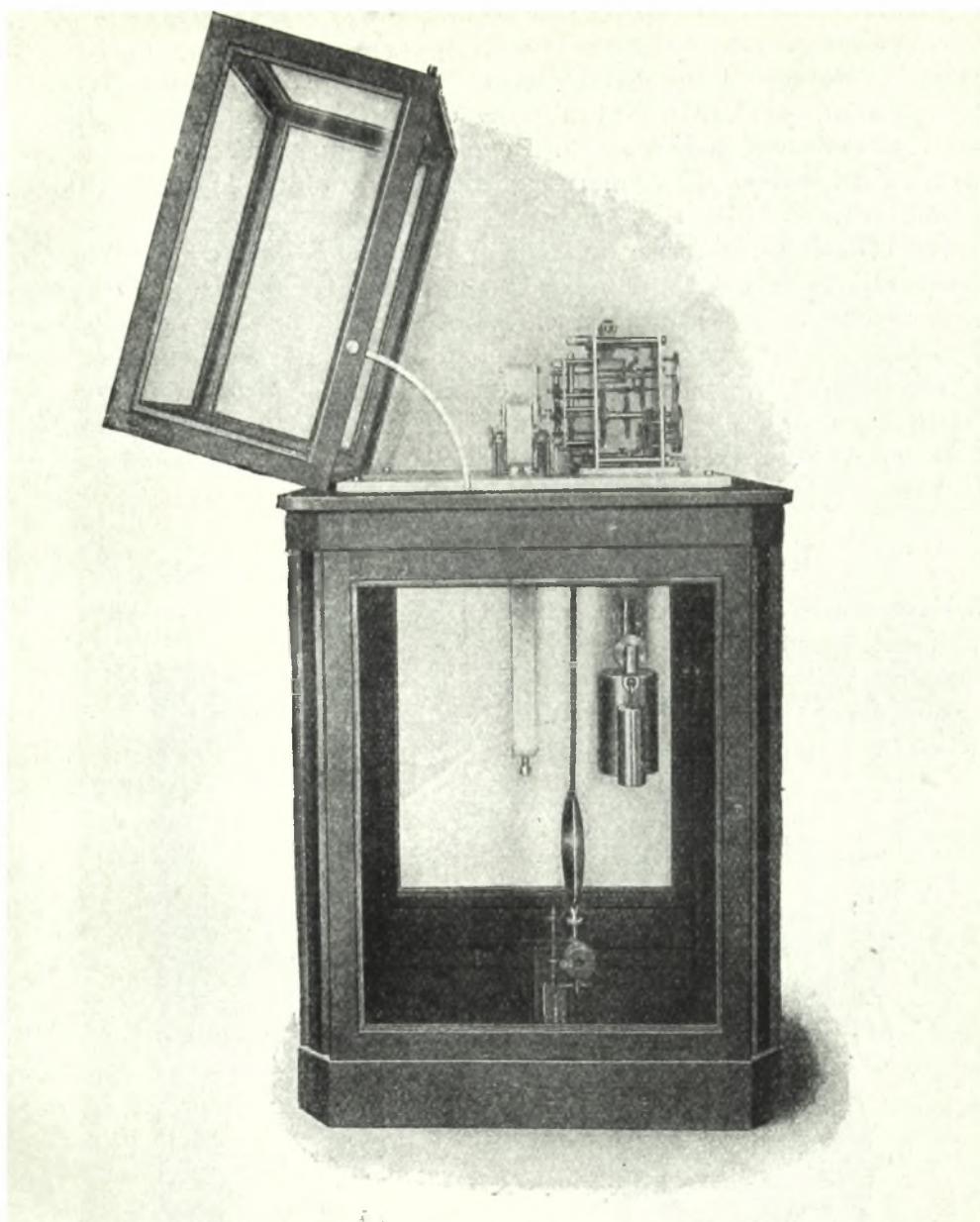


Abb. 38. Neue Normalzeit-Zentraluhr

und dem besonderen Zentral-Regulierungssystem dieser Firma zweckdienlich angepaßt gebaut, wie schon die äußere Ansicht nach Abbildung 38 erkennen läßt.

Das Pendel wird durch sekundliche oder zweisekundliche Stromstöße entweder von der Hauptzentrale aus oder durch eine astronomische

Pendeluhr einer Sternwarte dauernd synchronisiert; ein kräftiges, von dem Gehwerk ausgelöstes Laufwerk sendet alle vier Minuten einen Stromstoß in die Netzteileitungen, an die bis zu 360 mechanische Nebenuhren für jede Hauptuhr angeschlossen werden können. Die an den Nebenuhren angebrachten Regulierkontakte sind derartig eingestellt, daß sich die Regulierung jeder Nebenuhr alle acht Stunden wiederholt.

Die Hauptuhr ist ferner mit einem Registratormagneten versehen, der, wie die Abbildung zeigt, auf einem Papierband bei jedem Kontaktenschluß der Hauptuhr eine Lochmarke einschlägt. Bleibt eine derartige Marke aus, so erfolgte kein Stromschluß, weil die auf diese Kontrollminute eingestellte Nebenuhr sich nicht in den Stromkreis einschaltete, also gestört ist. Da jede Nebenuhr nach ihrer Kontrollzeit und der Adresse des Besitzers oder Mieters in der Zentrale bekannt ist, so kann die Störung sofort behoben werden.

3. Hauptuhren mit Signaleinrichtung

Fast alle Hersteller von Hauptuhren haben auch die Möglichkeit vorgesehen, durch diese Uhren Zeitsignale in Verbindung mit elektrischen Läutewerken, Sirenen und Hupen geben zu können. Diese besonderen

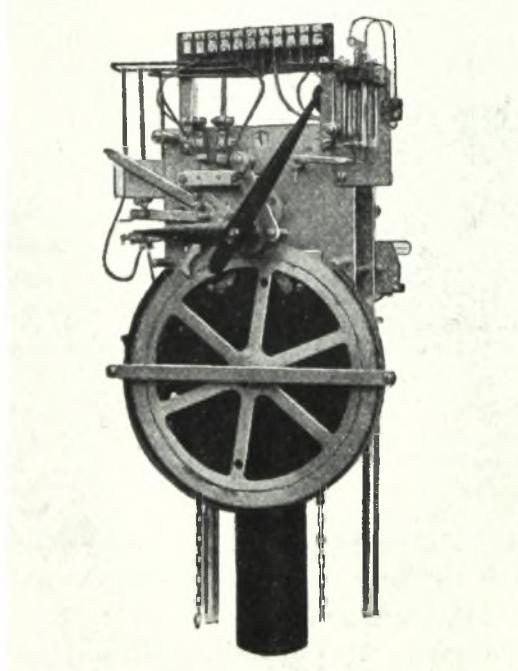


Abb. 39. AEG-Hauptsignaluhr

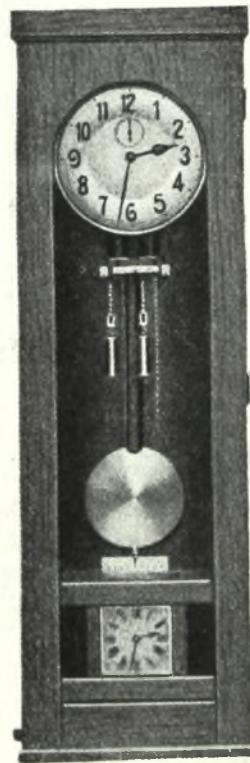


Abb. 40. Wagner - Hauptsignaluhr

Einrichtungen sind im Band IV dieser Buchreihe besonders behandelt. Als Beispiel einer Haupt-Signaluhr sei nur die der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Abbildung 39 dargestellt, da sich die verschiedenen Konstruktionen sehr ähnlich sind.

Die Firma C. Th. Wagner liefert die Hauptsignaluhren dagegen in der Ausführung, daß ein besonderes Nebenuhrwerk in das Hauptuhrgehäuse eingebaut ist, das die Steuerung der Signalscheibe übernimmt, um die Hauptuhr von diesem nicht regelmäßigen Kraftaufwand zu entlasten. In der Abbildung 40 ist eine Wagnersche Haupt-Signaluhr mit $\frac{3}{4}$ -Sekundenpendel abgebildet.

VII. Die Reparatur der Hauptuhren

Allgemeines

Wenn ein Uhrmacher seine Normaluhr repariert, so geht er mit äußerster Vorsicht vor. Sollte er eine Hauptuhr sorgloser behandeln als seine Normaluhr, so würde er seine fachmännische Pflicht verletzen. Denn von der Betriebssicherheit und dem genauen Gange einer Hauptuhr hängen viele andere Nebenuhren ab, und deren Zeitanzeige dient der Arbeitseinteilung von sehr vielen Menschen. Somit muß eine in Reparatur gegebene Hauptuhr mit allen Mitteln der fachlichen Kunst behandelt werden.

Ohne weiteres wird sich jeder Uhrmacher freuen, einer Hauptuhr tadellos polierte Zapfen, mit hartem Messing gefüttete Zapfenlöcher, frischpolierte Ankerklauen und eine genau eingestellte Hemmung mit genau passender Pendelführung sowie eine gute Pendelfeder geben zu können. Damit aber ist es nicht allein getan; denn von mindestens gleicher Bedeutung ist die sorgfältige Herstellung des Stromwechsel- und des etwa vorhandenen Aufzugkontakte. Die Beschreibung der Konstruktionen im Teil VI, Abschnitte 1 und 2, enthält so viele Sonderkonstruktionen verschiedenster Art, daß es unmöglich ist, diese für die Reparatur nochmals und in allen Einzelheiten durchzugehen. Für diesen Zweck haben übrigens die Herstellerfirmen meistens Broschüren herausgegeben, deren durch Einzelzeichnungen unterstützter Text alle erforderlichen Anweisungen bringt. Es kann dem Uhrmacher nur dringend empfohlen werden, sich im Bedarfsfall diese Hefte kommen zu lassen.

Die Kontakte

Die für die gute Wiederherstellung von durch den Gebrauch abgenutzten Kontakten allgemein geltenden Richtlinien habe ich im Band I dieser Buchreihe auf den Seiten 20 bis 26, 90 und 93 gegeben. Die Stromwechselkontakte sind ganz besonders daraufhin zu behandeln, daß ihre sämtlichen Kontaktstellen mit für die Betriebsspannung geeignetem und genügend starkem Kontaktmaterial belegt sind, das nicht schon etwa nach einjährigem Betrieb wieder abgewetzt sein darf. Bei dem Auflöten muß unbedingt das Anlaufen der Federn vermieden werden, und das Löten ist entweder mit Kolophonium oder mit Lötdraht auszuführen.

Zu der Reparatur einer Hauptuhr gehört auch die Kontrolle der Stromschlußdauer. Es gibt sehr viele billige Hauptuhren, deren angeschlossene Nebenuhren nur deswegen zurückbleiben, weil die Stromschlußdauer zu kurz ist. Die Kontrolle, die nach der eigentlichen

Reparatur, aber vor dem endgültigen Zusammensetzen durchzuführen ist, kann man folgendermaßen erledigen:

Man setzt das Werk vor der Hauptreinigung zusammen und ölt es, wobei die Kontaktfedern normal anzuspannen sind. Dann hängt man die Gewichte ein und läßt die Uhr ohne Pendel laufen, oder man läßt das Steigrad von Hand durchlaufen zu dem Zweck, daß das Laufwerk kurz nacheinander ausgelöst werden kann. An die Nebenuhrklemmen legt man ein Voltmeter und an die Batterieklemmen eine Spannung, die zu dem Meßbereich des Voltmeters paßt. Bei den dann nacheinander einsetzenden Kontaktschlüssen wird die Zeit des Voltmeterausschlags abgestoppt oder mit Hilfe einer zweiten Person an dem Sekundenzeiger einer Synchron- oder Normaluhr festgestellt. Aus mehreren Ergebnissen errechnet man den Mittelwert.

Hängen an der Hauptuhr nur Nebenuhren mit Zifferblattdurchmessern von höchstens 80 cm, so genügt eine Stromschlußzeit von 0,80 Sekunden. Diese Zeit darf von keiner Hauptuhr unterschritten werden. Sind größere Nebenuhren oder durch elektrische Auslösung betriebene Turmuuhren angeschlossen, so soll die Kontaktzeit nicht unter 1 Sekunde liegen. Die an Kabelleitungen angeschlossenen Nebenuhren hingegen verlangen eine Stromschlußzeit, die nicht unter 1,5 Sekunden betragen darf, und die bei sehr langen Kabeln noch erhöht werden muß.

Zeigt die Kontrolle nun, daß die Stromschlußzeit zu kurz ist, so muß der Windflügel und die Antriebskraft des Laufwerkes vergrößert werden. Meistens ist die Anbringung größerer Windflügel wegen Platzmangel nicht möglich. Dann bleibt nichts anderes übrig, als das Windflügeltrieb zuersetzen und ihm einen aus der Platine vorstehenden Zapfen zu geben, auf dem ein Zusatzflügel angebracht wird.

VIII. Das Zusammensetzen der Hauptuhren

Das richtige Zusammensetzen einer Hauptuhr setzt die genaue Kenntnis von der Wirkungsweise jedes Einzelteiles voraus. Diese Kenntnis läßt sich nur erwerben durch ein „Sicheinleben“ in die Einzelkonstruktionen an Hand eines Werkes und einer eingehenden Beschreibung aller Teile, insbesondere der Gebrauchsanweisungen der Herstellerfirmen.

Es ist dem Uhrmacher ein Leichtes, ein Gehwerk und ein Laufwerk richtig zusammenzusetzen; Schwierigkeiten können nur hinsichtlich des elektrischen Teiles und seiner Regelorgane auftreten.

Von ganz besonderer Bedeutung für das gute Arbeiten der Hauptuhr ist die Einstellung des Stromwechselkontakte, die gute Bemessung der Spannung der Kontaktfedern und ihrer Stellung zueinander und zu den Schaltorganen. Grundlegend ist zu beachten: Je größer die Federspannungen, um so höher die Schaltleistung. Aber je mehr die Federn gespannt werden, um so mehr Kraft wird für die Bewegung der Schaltorgane erforderlich. Schaltleistung und Schaltkraft müssen somit derartig aufeinander abgestimmt werden, daß das betriebssichere Arbeiten der Schaltkraft, sei sie durch Laufwerk, Gehwerk oder Elektromagnet gegeben, gewährleistet ist.

Die Spannung der Kontaktfedern ist daher folgendermaßen einzustellen: Das Laufwerk wird durch das normale Gewicht angetrieben. Man entfernt die Kontaktfedern und stellt die genaue Zeit fest, die der Exzenter zum Durchlaufen von etwa zehn Umdrehungen benötigt. Dann schraubt man die Kontaktfedern auf und spannt sie so lange mehr und mehr an, bis die Laufzeit für die gleiche Umdrehungszahl des Exzentrers ein wenig länger wird. Damit ist das Maximum der Federspannungen erreicht.

Wird aber der Hauptuhrkontakt elektromagnetisch geschaltet wie beispielsweise bei der Siemens-Uhr, so läßt man den Elektromagneten mit einer gegen die Regelspannung um rund 20 Prozent geringeren Spannung arbeiten und gibt dann den Federn eine Spannung, mit der sie noch eben sicher geschaltet werden.

Es wäre sehr zu wünschen, daß, wie erstmalig die Firma Telephonbau und Normalzeit K. Lehner & Co., alle Firmen die eindeutige Bestimmung der Federspannungen bekanntgeben.

Das Öl en der Hauptuhren erfolgt mit dem normalen Wanduhröl. Sind Aufzugmotoren oder sonstige Teile mit einem roten Punkt versehen, so werden diese mit synthetischem Öl geölt.

Die A t o - H a u p t u h r bedarf hinsichtlich des Zusammensetzens und der Ölung noch besonderer Erwähnung.

Sie ist eine Uhr mit zarten Kontakten, die sorgfältig behandelt und genau eingestellt werden müssen. So soll der Pendelkontakt eine Öffnung von 0,25 mm haben. Die Schwingungsweite des Pendels soll bei Antrieb durch ein neues Element so groß, aber auch nicht größer sein, daß das Pendel nicht an die Spulen anschlagen kann. Zu kleine Schwingungen können veranlassen, daß das Pendel durch Erschütterungen der Wand zum Stillstand kommt. Die Schwingungsweite ist abhängig von der Spannung der Kontaktfedern und der Spiralfeder, die den Strom zum Kontakt führt. Änderungen der Schwingungsweite sollen nicht durch Änderung der Spannung der Kontaktfedern, sondern nur der Spiralfeder durchgeführt werden. Die Schaltklinke muß derartig eingestellt sein, daß sie bei einem Weiterführen des Pendels scharf über den nächsten Zahn des Schaltrades hinwegschwingt, ohne ihn zu berühren.

Die beiden Hauptuhrkontakte nach Abbildung 14 b und 14 c müssen so eingestellt sein, daß auch bei kleinerem Pendel-Schwingungsbogen der Nebenuhr-Stromstoß noch genügend lang ist. Diese Einstellung erfolgt mittels der beiden in den Kontaktbrücken b_1 und b_2 sitzenden Schrauben, durch deren Druck die Kontakt-Auflagefedern nach unten und nach oben verstellbar sind.

Mit Taschenuhröl geölt werden alle Zapfen. Aber nicht geölt werden dürfen die Schaltklinke, die Hubrolle, die Schaltradzähne und die Kontaktteile.

Eine sehr sorgfältige Reinigung der Platin-Kontakte sowie der Schaltzähne und der Schaltklinke ist erforderlich.

IX. Die Nebenuhren

1. Allgemeines

Die einzige technische Möglichkeit zur Sicherstellung der einheitlichen Zeit besteht, wie bereits im Vorwort dieses Bandes betont wurde, in der Anwendung der Zentral-Uhrenanlagen und für die Gewähr der genauen Zeit in der Verwendung guter und regelmäßig gewarteter Hauptuhren. Diese Tatsache bleibt aber auch noch eingeschränkt; sie gilt nur für den Fall, daß die Nebenuhren eine ganz außergewöhnlich hohe Betriebssicherheit zeigen, daß sie mindestens zehn Jahre lang ohne jede Wartung, Reinigung und Nachölung fehlerfrei arbeiten. Man denke sich eine Anlage mit nur fünfzig Nebenuhren, von denen nach wenigen Jahren Betriebszeit heute eine, morgen mehrere andere versagen würden! Eine Uhrenanlage ist nur dann daseinsberechtigt, wenn Nebenuhren und Leitungsnetz sehr selten gestört sind; die Wartung muß allein auf die Zentrale beschränkt bleiben. Glücklicherweise sind Nebenuhren seit vielen Jahren im Handel, die den ihnen gestellten Bedingungen mehr als genügen. Nachweislich liegen große Nebenuhren seit dem Jahre 1886 im Netz, die bis heute weder gereinigt noch geölt worden sind. Die Ursache solcher ausgezeichneten Leistungen liegt erstens in der großen Einfachheit der Konstruktionen, zweitens in sorgfältigster Herstellung und drittens in der Verwendung besten Werkstoffes.

Hinsichtlich der Wahl eines Nebenuhrensystems wie auch des Fabrikates ist mithin größte Vorsicht geboten. Man muß imstande sein, auf Grund bestimmter Untersuchungen sich ein sicheres Urteil über die für eine höchste Betriebssicherheit erforderlichen technischen Eigenschaften bilden zu können. Leider besteht bis heute keine von Wissenschaftlern aufgestellte Theorie über Nebenuhren; die Konstruktionen wurden vielmehr auf dem Erfahrenswege entwickelt. Somit müssen die Anfänge der Theorie auf Erfahrungsregeln derjenigen ältesten Firmen des Faches aufgebaut werden, die anerkannt gute Uhren herstellen. Bis heute erklärt jeder Fabrikant seine Uhr für die beste, weil er weiß, daß kein wissenschaftliches Institut ihm vielleicht das Gegenteil beweist. Der ernste Fachmann muß es bedauern, daß es nicht schon lange eine wissenschaftliche Pflegestätte für das stark verzweigte Gebiet der elektrischen Uhren gibt, die besonders den Studierenden festgefügte Richtlinien für die Beurteilung elektrischer Uhren bereit hält. Es bleibt sehr zu wünschen, daß diese Möglichkeit durch Aufnahme des Lehrstoffes in den Studienplan der Hochschulen recht bald geschaffen wird.

Auf Grund langjähriger Erfahrungen mit Nebenuhren, die seit dem Jahre 1886 die Behörden und die Großindustrie in vollem Umfange befriedigt haben, habe ich unter Anwendung geeigneter Begriffe ein Verfahren zur sachlichen Beurteilung von Nebenuhren aufgebaut, welches in den nachfolgenden Ausführungen zur Anwendung kommt.

2. Gleichstrom-Nebenuhren

Im Jahre 1849 haben voneinander unabhängig Steinheil und Wheatstone erstmalig versucht, Uhrenanlagen mit von einer Hauptuhr gesteuerten Nebenuhren zu bauen. Steinheil bediente sich von vornherein des „gewendeten“ Gleichstromes, der mittels einer besonderen Vorrichtung der Hauptuhr einmal von rechts nach links und nächstesmal von links nach rechts als ein kurzer Stromstoß durch die Nebenuhren geschickt wurde. Wheatstone dagegen arbeitete mit Gleichstrom aus einer Richtung.

Die damals bestehenden Schwierigkeiten bezüglich der Herstellung sowohl eines geeigneten Stromwechselkontakte als auch eines guten polarisierten Nebenuhrensystems veranlaßten zunächst die Förderung des Gleichstromsystems. Die einschlägig tätigen Erfinder, auch sehr große Firmen mühten sich ab, eine brauchbare Gleichstrom-Nebenuhr zu schaffen; eine Konstruktion löste die andere ab. Eine der letzten und besten ist in der Abbildung 41 wiedergegeben. Man muß sagen, daß sie einfach ist und auch betriebssicher zu sein scheint, und doch war es auch so nicht möglich, dem Gleichstromsystem zum Erfolg zu verhelfen. Beispielsweise hat eine von Fritz gebaute derartige öffentliche Uhrenanlage in Frankfurt a. M. nach fünfjähriger Betriebszeit wieder abgebaut werden müssen.

Mängel der Gleichstrom-Nebenuhren

Die Ursachen des Mißerfolges sind folgende:

1. Ein Gleichstrom-Elektromagnet, der ohne jede Wartung arbeitet, nimmt an den Polen und am Anker allmählich „Remannenz“, d. h. eine bleibende, in einer Richtung wirkende magnetische Kraft, an, so daß der Anker schließlich „klebt“; er fällt nicht mehr ab. Diese Elektromagnete müssen immer wieder durch Änderung der Kraft der Anker-Zugfeder auf ihren magnetischen Zustand eingestellt werden.

2. Jeder nicht sorgfältig gewartete Gleichstrom-Kontakt setzt mit der Zeit Oxyd an. Dabei wird es immer vorkommen, daß zwischen den oxydierten Stellen noch blankes Metall vorhanden ist. Befinden

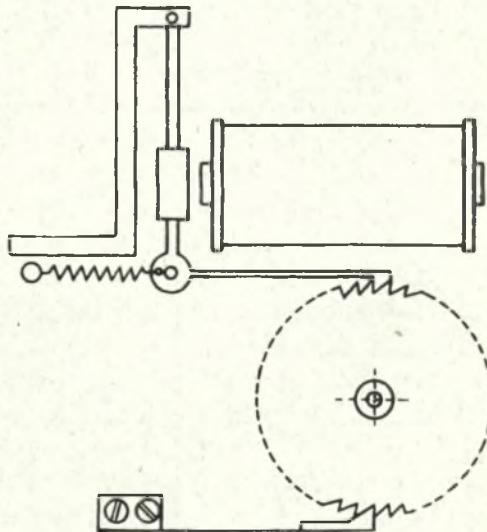


Abb. 41. Gleichstrom-Nebenuhr

sich nun auf der Kontaktbahn zwei oder mehrere solche blanke Stellen, so springen die Uhren bei einmaligem Kontaktschluß mehrmals.

3. Die zu den Nebenuhren führenden Freileitungen liegen im elektrischen Feld benachbarter atmosphärischer Entladungen. Diese induzieren in den Leitungen Ströme, von denen die Nebenuhren vorzeitig fortgestellt werden.

4. Der Energieverbrauch der Gleichstrom-Nebenuhren ist rund vierfach so hoch als derjenige der polarisierten Nebenuhren. Daraus würden für größere Anlagen sehr große und somit unwirtschaftliche Leitungsquerschnitte erforderlich werden.

Aus den angeführten Gründen ist die Gleichstrom-Nebenuhr durch die polarisierte restlos verdrängt worden.

3. Stromwechsel-Nebenuhren mit polarisiertem Anker

a) Wirkungsweise der polarisierten Systeme

Eine „polarisierte“ oder Stromwechsel-Nebenuhr spricht wie ein polarisiertes Relais je nach ihrer Ankerstellung nur auf einen Strom aus bestimmter Richtung an. Diese Einrichtung macht die Nebenuhr durchaus unabhängig von allen durch Blitzschläge entstehenden Induktionserscheinungen.

Ist beispielsweise der letzte Stromstoß in den Uhrenleitungen von rechts nach links geflossen, und es folgt ein in den Leitungen induzierter Strom gleicher Richtung, so können die Nebenuhren nicht springen. Wird jedoch ein Strom in der Richtung von links nach rechts induziert, so springen die Nebenuhren. Dann aber findet der nachfolgende, in gleicher Richtung fließende Betriebsstrom seine Arbeit bereits getan, ohne seinerseits eine Fortschaltung zu bewirken.

Die grundsätzliche Wirkungsweise der Stromwechsel-Nebenuhr können wir uns nach der Abbildung 42 klarmachen. Über den Schenkeln K_1 , K_2 eines Elektromagneten ist der Eisenanker A_1 , A_2 drehbar gelagert. An dem Joch J des Elektromagneten ist der an beiden En-

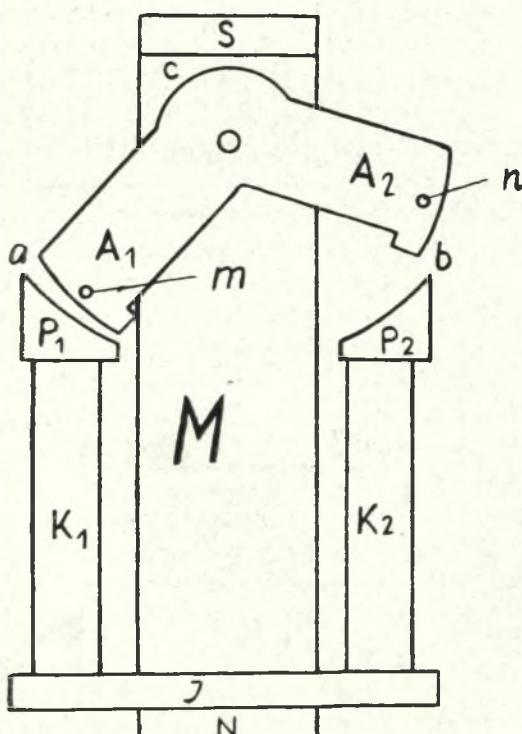


Abb. 42.
Prinzip der Stromwechsel-Nebenuhr

den rechtwinklig umgebogene Dauermagnet M befestigt. Die beiden zwischen den Ankerarmen A_1 , A_2 und den Polschuhen P_1 , P_2 angeordneten Luftspalte a , b erweitern sich nach außen; ein dritter Luftspalt c besteht zwischen dem Magneten M und dem oberen Ankerteil.

Der Magnet M schließt seine Kraftlinien über den Luftspalt c und so dann über zwei Eisen- und Luftwege, nämlich einmal von N über K_1 , P_1 , a und A_1 , und zweitens von N über K_2 , P_2 , b und A_2 . Da der Luftspalt a ein enger und b ein weiter ist, so ist der linke magnetische Fluß ein starker und der rechte ein schwacher; der Ankerarm A_1 wird vom Polschuh P_1 stark angezogen.

Geht nun durch die auf die Kerne K_1 , K_2 aufgebrachten (nicht gezeichneten) Spulen in einer Richtung ein Strom, so daß der Polschuh P_1 magnetisch verstärkt und P_2 geschwächt wird (die Spulen jedes Hufeisenmagneten sind so geschaltet, daß die Pole entgegengesetzt magnetisiert werden), so verharrt der Anker in seiner Stellung; A_1 wird von P_1 noch stärker angezogen. Kehrt man aber die Stromrichtung in den Spulen um, so daß der Polschuh P_1 schwächer und P_2 stärker magnetisiert wird, so wird der Anker sich so weit nach rechts drehen, bis sein Arm A_2 über den Polschuh P_2 steht. Durch Stromgebung in wechselnder Richtung wird daher der Anker hin und her bewegt.

Eine andere Darstellungsweise der Ankerbewegung ist folgende:

Jeder Dauer- oder Elektromagnet hat an seinen Enden entgegengesetzte Polarität. Da die beiden Ankerarme A_1 , A_2 von dem Dauermagneten polarisiert sind und sich an den Luftspalten stets entgegengesetzte Pole bilden, so bildet das obere Ende des Ankers einen Nordpol, das untere Ende der Ankerarme A_1 , A_2 je einen Südpol und die Polschuhe P_1 , P_2 je einen Nordpol. Die Polarität des Ankers kann nicht wechseln, da sie nur von den Kraftlinien des Dauermagneten abhängig ist. Wird aber durch geeignete Stromrichtung in den Magnetspulen der Polschuh P_2 zu einem verstärkten Nordpol und P_1 zu einem Südpol, so wird A_2 und P_2 angezogen und A_1 von P_1 abgestoßen, so daß der Anker seine Stellung zu den Polschuhen wechselt.

Auf diesem Prinzip der durch Elektromagnetismus bewirkten wechselnden Umpolung eines durch Dauermagnetismus beeinflußten Elektromagnetsystems beruht die Wirkung aller Stromwechsel-Nebenuhren.

Allerdings kann diese Wirkung unbeabsichtigte Änderungen erfahren. Man denke sich beispielsweise, der Dauermagnet NS sei schwach magnetisiert oder, wie die Abbildung 42 es zeigt, der Kraftlinienschluß des Dauermagneten über den Anker sei ein mangelhafter (der obere Luftspalt c ist erheblich zu groß), so daß in beiden Fällen der dauer magnetische Kraftfluß über Anker und Kerne ein geringer ist. Eine solche Uhr wird nur mit einer engbegrenzten Stromstärke springen, also einen engen Betriebs-Spannungsbereich haben. Denn die zuzuführende Mindestenergie ist ja dadurch festgelegt, daß für die Zeigerbewegung eine

bestimmte Arbeit zu leisten ist, während aber die Höchstenergie durch die Grenze der Ankerumpolung gegeben ist. Wenn nämlich nach der Abbildung 42 beide Ankerarme südmagnetisch nur schwach vormagnetisiert sind, und es wirkt nun eine zu hohe Stromstärke umpolend auf die Polschuhe ein, so daß beispielsweise P_1 stark südmagnetisch wird, so polt er den Arm A_1 nordmagnetisch um, und der Anker kann nicht springen.

So ist jede Nebenuhr mit einer „Umpolungsgrenze“ behaftet, die aber bei den einzelnen Konstruktionen weit auseinander liegen. Während es Nebenuhren mit Wicklungen für eine Klemmenspannung von beispielsweise 12 Volt gibt, die auch noch mit 100 Volt springen und dabei noch ein sehr hohes Drehmoment zeigen, gibt es andere auf dem Markt, die schon bei einer Überspannung von wenigen Volt, beispielsweise bei 14 Volt, versagen. Ja, mir sind viele Nebenuhren in die Hände gekommen, deren Überlastungsspannung sogar unterhalb der vorgeschriebenen Klemmenspannung lag, so daß sie mit Zeigerbelastung überhaupt nicht mehr springen konnten.

Diese Überlegungen sollen zeigen, daß in jeder Nebenuhr der dauer-magnetische Kraftfluß dem durch die Regelspannung (vorgeschriebene Klemmenspannung) entstehenden elektromagnetischen Fluß gut angepaßt sein muß. Ist der dauer-magnetische Fluß zu gering, so hat die Uhr von vornherein ein zu geringes „Überlastungsmoment“. Schlimmer noch als dieser Fehler (der durch einen kräftigeren Magneten zu beheben wäre) ist der bei mangelhafter Konstruktion sehr stark in Erscheinung tretende, daß der dauer-magnetische Fluß im Lauf der Zeit nachläßt, wodurch das Überlastungsmoment absinkt. Dieser Fehler, die selbst-tätige Schwächung des Dauermagneten, bringt die Uhr nach kürzerer oder längerer Zeit unbedingt zum Stehen. Seine Ursache ist ein m a n - g e l h a f t e r K r a f t l i n i e n s c h l u ß über den Anker und Elektromagneten, also zu große Luftspalte, meistens am oberen Ankerteil, weil infolge der Konstruktion die Drehbewegung des Ankers einen guten dauer-magnetischen Kraftlinienschluß nicht zuläßt.

Über weitere erforderliche Eigenschaften einer guten Nebenuhr werden wir uns nachstehend noch zu unterrichten haben.

b) Das Schwingankersystem

Die ersten brauchbaren Konstruktionen der Stromwechsel-Nebenuhren von Stöhrer und Hipp sind nach dem Schwingankersystem gebaut, das heute noch angewandt wird. Es unterscheidet sich in solche mit kurzem Anker und einer Ankerbewegung von 30 Grad (Stöhrer) sowie in solche mit langem Anker und 60° Ankerbewegung (Hipp). Ferner besteht ein Unterschied in der Kraftübertragung vom Anker auf die Zeiger, die einmal darauf beruht, daß in die Ankerarme je ein Stift eingesetzt ist und die Stifte abwechselnd in die steigradähnlichen Zähne

eines Schaltrades eingreifen und das Rad jedesmal um einen halben Zahn weiterschieben (**B o h m e y e r**), und die zum andern durch die Anwendung einer Schnecke (**H i p p**) oder von zwei Schubklinken (**S c h u c k e r t w e r k e**) gekennzeichnet ist.

Die Abbildung 42 zeigt die Bauart des Systems mit kurzem Schwinganker. Die in den Ankerarmen befestigten Stifte *n* und *m* schalten das mit dreißig Zähnen versehene, nicht gezeichnete Minutenrad allminutlich um einen halben Zahn weiter; die Ankerbewegung beträgt 30 Grad. Die Bauart mit langem Anker, 60° Ankerbewegung und Schubklinkenübertragung werden wir im Abschnitt 3 m kennenlernen.

Je größer der Schaltweg eines Nebenuhrankers ist, um so mehr ist die Uhr gegen Zeigervorschub gesichert. Daher ist die Uhr mit langem Anker derjenigen mit kurzem Anker vorzuziehen. Ein Nachteil aller Schwinganker ist dagegen die Abhängigkeit von der lotrechten Lage, da ungleiche Bewegungs-Halbwinkel den Anlauf erschweren.

Ferner verlangt die dem Schwinganker anhaftende Schwerkraft, daß der Anker in seiner Ruhelage dauer-magnetisch genügend stark festgehalten sein muß, um durch Erschütterungen nicht in die lotrechte Richtung abzufallen. Um diesen Fehler zu vermeiden, muß erstens die Stromschlußzeit so lang sein, daß der Elektromagnetismus im Augenblick des vollendeten Schaltungsvorganges die Haltekraft des Dauermagnetismus unterstützt; der Anker kann bei kurzem Kontakt zurück-schlagen. Zweitens darf sich der Magnet nicht selbstdämmen, da hierdurch ein Abfallen des Ankers begünstigt würde. Die Fortschaltung des Minutenrades in der Art nach Abbildung 42 hat sich praktisch schlecht bewährt. Die Stifte nutzen sich sehr bald einseitig flach ab, und wenn sie dann ohne Öl sind, so schalten kleine Uhren mit schwachen Kräften nicht mehr. Das gleiche tritt ein, wenn das Öl an den Stiften verharzt ist oder durch Schmutz hart wird.

Der Vorteil dieser Uhren besteht in dem einfachen Aufbau und der billigeren Herstellung.

c) Das Drehankersystem

Dieses System ist von dem Uhrmacher Grau erfunden und von C. Th. Wagner für die praktische Verwendung vorbildlich in eine konstruktive Form gebracht worden. Der zweiteilige Doppelanker dieser Uhr wurde später von **B o h m e y e r** in einen einteiligen umgewandelt.

Das System der Nebenuhr mit Doppel-Drehanker zeigt die Abbildung 43. Zwei auf der Ankerachse vernietete, räumlich voneinander getrennte und um 90° zueinander versetzte Anker in Z-Form $A_1 - A_3$ und $A_2 - A_4$ laufen vor den Polschuhen P_1 , P_2 eines Elektromagneten K_1 , K_2 um. Das auf der Ankerachse sitzende Trieb treibt das Minutenrad so an, daß eine Ankerbewegung von 90° den Minutenzeiger um eine Minute fortstellt. Der in der Abbildung abgebrochen gedachte hufeisenförmige Dauermagnet M polarisiert die beiden Anker derartig, daß das Mittelteil des

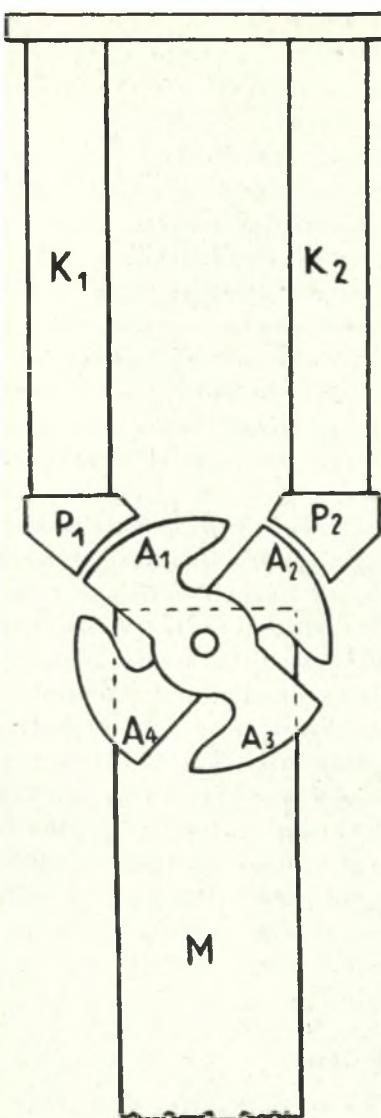


Abb. 43. System der Nebenuhren mit Doppel-Drehanker

einen positiv und das des anderen negativ vormagnetisiert ist, daß also die zwei Lappen A_1, A_3 des einen Ankers beispielsweise positiv und A_2, A_4 des anderen negativ polarisiert sind. Die dauernden magnetischen Kraftlinien verlaufen von dem positiven Ende des Magneten über A_1, P_1, K_1, K_2, A_2 zum negativen Ende von M , so daß sowohl A_1 von dem Polschuh P_1 wie auch A_2 von dem Polschuh P_2 festgehalten wird. Fließt nun ein Strom durch die (nicht gezeichnete) Spulen des Elektromagneten K_1, K_2 in der Richtung, daß der Polschuh P_1 positiv und P_2 negativ magnetisiert wird, so stößt P_1 den positiv vormagnetisierten Lappen A_1 ab, und letzterer wird von dem negativen Pol P_2 angezogen. Zugleich aber stößt P_2 auch den negativ vormagnetisierten Lappen A_2 ab, und der ebenfalls negativ magnetisierte Lappen A_4 wird von dem positiven Pol P_1 angezogen. Somit ist sowohl die Anziehung wie auch die Abstoßung eine doppelte; die dauernden magnetischen und die elektromagnetischen Kräfte dieses Systems sind sehr gut ausgenutzt.

Ist der Stromschluß von genügend langer Dauer, so daß er den Anker-Schaltvorgang überdauert, so tritt infolge des Anzugsmomentes an beiden Polschuhen eine kräftig wirkende magnetische Bremsung der Ankerbewegung ein, die weitere Sperrvorrichtungen entbehrlich macht. Trotzdem ist eine „Fanggabel“ vorgesehen, deren Wirkung im Teil 3 o beschrieben ist.

Denkt man sich einen Anker und einen Pol des Magneten M in der Abbildung 43 entfernt, so entsteht die Bauart einer Uhr mit nur einem Drehanker. Da sie anstatt der doppelten nur eine einfache Anziehung und Abstoßung des Ankers bedingt, so sind die wirksamen mechanischen Kräfte, bezogen auf den gleichen elektrischen Verbrauch, natürlicherweise kleiner. Ebenso fällt das Sperrmoment an dem Ankerlappen entsprechend ab, da ja nur ein Lappen von dem Dauer-Magnetismus festgehalten wird.

d) Werkgrößen und Einheitsuhr

Die Leistung eines jeden Apparates ist in recht engen Grenzen an seine Größenverhältnisse gebunden. So gestattet der gegebene Wickelraum einer Spule nur die Anwendung einer bestimmten magnetischen *amperewindungen**¹, einer nicht überschreitbaren Anzahl der sogenannten „Amperewindungen“*, ohne Rücksicht auf die Höhe der Spannung. Somit muß eine Nebenuhr, die große Zeiger antreiben soll, einen größeren Umfang aller Teile annehmen als eine für kleine Zifferblattdurchmesser bestimmte. Es wird erforderlich, für die Uhr mit größerer Kraft den Elektromagneten, den Anker, den Dauermagneten, das Zeigerwerk, die Zapfen und schließlich auch die Werkplatten zu vergrößern. Betrachtet man nun die Werkgrößen der verschiedenen Fabrikate und vergleicht sie mit den angegebenen Leistungen der einzelnen Werke, so muß man ein großes Durcheinander feststellen. Einsteils kann man eine Werkstoffverschwendungen finden, zum andern kann Materialüberlastung und Versagen bei der angegebenen vollen Leistung festgestellt werden. Welche Größenverhältnisse der einzelnen Werke, bezogen auf die Leistung, sind nun annehmbar?

Mit dieser Frage habe ich mich an Hand vieler Werke eingehend beschäftigt. Ihre Beantwortung wurde mir erleichtert durch die Festlegung einer „Einheitsuhr“, das ist die Nebenuhr für die am häufigsten vorkommenden Zifferblattgrößen von 20 bis 35 cm Durchmesser des äußeren Zahlenkreises. Zu dieser Uhr gehört natürlicherweise das gängigste Werk, welches in einigen herstellenden Fabriken früher zugleich das kleinste war, zum Teil auch wohl heute noch ist. Ich habe nun durch vielerlei Messungen und Versuche festgestellt, daß dieses Werk für die Einheitsuhr ohne irgendwelche Herstellungsschwierigkeiten folgende technische Daten zeigen kann:

Zifferblattgröße	bis 35 cm
Wickelraum je Spule	13 000 mm ³
Kerndurchmesser	8 mm
Magnetabmessungen	4 × 15 × 120 mm
Amperewindungen	250
Wattverbrauch	0,15 Watt
Kraft an der Zeigerachse	80 cmg.

Durch Vergleiche und Rechnungen stellte ich weiter fest, daß die Größe der Werktypen sich außerordentlich gut nach den abgestuften Werten der Amperewindungen festlegen läßt, wenn deren Stufenfolge sich wie $a\sqrt{2} = b$ oder $a \cdot 1,42 = b$ (a für das kleinere, b für das nächstgrößere Werk) verhält. Unter dieser Annahme wird bei entsprechender Größe der Wickelräume und der dauer magnetischen Kräfte

¹⁾ „Amperewindungen“ (AW) = Produkt aus Stromstärke in Ampere und Zahl der Spulenwindungen, wovon die magnetische „Feldstärke“ eines Elektromagneten abhängt.

sowie bei klein gehaltenen Luftspalten das nächstgrößere Werk stets die doppelte Kraft des kleineren an der Zeigerachse haben, und man kommt mit sieben Werkgrößen für Zifferblattdurchmesser von 7 cm bis 2,50 m aus, wobei die Kräfte so bemessen sind, daß die höchste Betriebssicherheit auf Jahrzehnte für einen ununterbrochenen Betrieb ohne Reparatur der Uhren gewährleistet ist. Unter diesen Voraussetzungen erhält die nachstehende Tabelle volle Gültigkeit.

Werkgröße	Ampere-windungen $a\sqrt{2}$	Verbrauch Watt	Kraft an der Zeigerachse cmg	Zifferblattdurchmesser cm
1 (Einheitswerk)	0	130	0,10	30
	230	0,15	80	35
	323	0,18	160	70
	460	0,20	320	100
	645	0,25	650	150
	910	0,34	1300	200
	1300	0,45	2550	250

Diese Angaben enthalten Mittelwerte aus Messungen an vielen Werken verschiedener Fabrikate. Es wäre zu wünschen, wenn der vorstehend angegebene oder ein ähnlicher Weg zur Normung der Nebenuhrwerke begangen würde.

Aus der Tabelle ergibt sich, daß mit steigender Werkgröße auch der Wattverbrauch, die Kraft an der Zeigerachse und der auf das Werk anwendbare Zifferblattdurchmesser ansteigt; Messungen an verschiedenen Fabrikaten haben daher nur dann einen Vergleichswert, wenn die Werke für gleiche Zifferblattgrößen bestimmt sind. Es ist daher üblich geworden, verschiedene Fabrikate in der Weise zu beurteilen, daß man die technischen Daten je eines Einheitswerkes festlegt.

e) Klemmenspannung, Stromstärke und Wattverbrauch

Liegt eine für beispielsweise 24 Volt gewickelte Nebenuhr unmittelbar an der Batterie von 24 Volt Klemmenspannung, so wird sie auch mit 24 Volt angetrieben; hat sie einen Widerstand von, angenommen, 4000 Ohm, so ist nach dem Ohmschen Gesetz die durchfließende Stromstärke gleich $24 : 4000 = 0,006$ Ampere oder 6 Milliampere. Liegt aber die Uhr an einer langen Leitung, so entsteht in dieser ein Spannungsverlust, um dessen Betrag die Uhr weniger Spannung erhält, so daß die ihr zugeführte Stromstärke nicht mehr den normalen Wert annimmt und die Kraft an der Zeigerachse kleiner wird.

Wir müssen daher wie in jedem Leitungsnetz zwei Spannungen verschiedener Höhe unterscheiden, nämlich die „Betriebsspannung“, die von der Batterie an ihren Klemmen abgegeben wird (man bezeichnet sie auch als „Regelspannung“), und die „Klemmspannung“, die an den Klemmen der einzelnen Uhren herrscht, und

die infolge des Leitungs-Spannungsabfalls mehr oder weniger kleiner ist als die Regelspannung. Nun kommt es in älteren überlasteten Uhrennetzen nicht selten vor, daß an den Enden der Leitungen die Spannung sehr stark gesunken ist, so daß die letzten Uhren nur noch schwach oder gar nicht mehr springen. So ist mir in einem städtischen Netz der Fall vorgekommen, daß an einem Leiterende die Betriebsspannung von 30 Volt (man hatte bereits drei Zellen hinzugefügt) auf 9,5 Volt abgefallen war; trotzdem sprangen die letzten Uhren noch einwandfrei. Somit ist nach dieser Richtung diejenige Uhr die vorteilhafteste, die mit der kleinsten Klemmenspannung noch springt. Daher sollte der Bezieher von Nebenuhren sich von der Fabrik einen höchstzulässigen Abfall der Klemmenspannung bestätigen lassen.

Der Verbrauch einer Nebenuhr setzt sich aus der Stromstärke und der Spannung zusammen, deren Produkt in Watt ausgedrückt wird. Es genügt nicht, den Verbrauch nur mit dem Milliamperemeter zu bestimmen (wie das vorgekommen ist), sondern an die Klemmen der Uhr muß außer den Batterieleitungen auch noch ein hochohmiges Voltmeter angeschlossen werden, dessen Widerstand nicht unter 500 Ohm je Volt liegen sollte. Zeigt dann das Voltmeter beispielsweise 23,4 Volt an und das in eine von der Batterie zur Uhr geführten Leitung gelegte Milliamperemeter 0,0065 Ampere (6,5 Millampere), so hat die Uhr einen Wattverbrauch von $23,4 \times 0,0065 = 0,15$ Watt. Bei dieser Messung hat das Milliamperemeter den Stromverbrauch des Voltmeters mit angegeben, der für genaue Messungen in Abzug zu bringen ist. Hat das benutzte Voltmeter einen Meßbereich von 30 Volt und einen Widerstand von 500 Ohm je Volt, so ist sein Gesamtwiderstand $500 \times 30 = 15\,000$ Ohm. Somit verbrauchte es bei der Messung eine Stromstärke von $23,4 : 15\,000 = 0,0016$ Ampere, und die Uhr verbraucht nur $0,0065 - 0,0016 = 0,0049$ Ampere, so daß ihr genauer Verbrauch gleich $0,0049 \times 23,4 = 0,115$ Watt ist. Benutzt man für die Messung kleiner Stromstärken und Spannungen billige Instrumente mit niedrigen Widerständen, so verbrauchen sie mehr als der Apparat selbst, und die Messungen werden völlig verfälscht.

f) Verbrauch und Nutzkräfte

Die von einem Elektromotor aufgenommene elektrische Energie soll in dem Motor unter möglichst geringen Verlusten in mechanische Kraft, in ein hohes Drehmoment an der Ankerwelle umgeformt werden; der Wirkungsgrad soll ein möglichst hoher sein. Das wird erreicht durch die Verwendung von gutem Material, durch genaue Arbeit und durch eine durchdachte Konstruktion, die eingestellt ist auf die genaue Kenntnis der Vorgänge der Umformung. Gleicher verlangt man von elektrischen Apparaten aller Art, also auch von der Nebenuhr. Bei dieser muß jedoch ganz besonders die vieljährige, ohne Wartung, Reparatur und Nach-

lösung erhaltene Betriebssicherheit vorangestellt werden, wie dies bereits im Abschnitt 3a ausgeführt wurde. Bei der Nebenuhr muß die Betriebssicherheit sehr viel höher bewertet werden als wie beispielsweise bei einem Motor; ein etwas höherer Wattverbrauch sollte deshalb unbedenklich zugelassen werden, wenn dadurch die Betriebssicherheit erheblich gesteigert werden kann. Bei Nebenuhren steht somit die Betriebssicherheit über dem Wirkungsgrad.

Nun ist aber die Arbeitsweise einer polarisierten Nebenuhr infolge der gleichzeitig wirkenden elektromagnetischen und dauermagnetischen Kräfte eine nicht offensichtliche, leicht verständliche. Die Beurteilung der Wirkung beider Nutzkräfte liegt nicht offen zutage, und das ist der hauptsächliche Grund für sehr erhebliche Unterschiede im Verbrauch, in der Betriebssicherheit und in sonstigen wichtigen technischen Eigenschaften der verschiedenen Fabrikate. Über die an eine gute Nebenuhr zu stellenden Ansprüche wollen wir uns nunmehr näher unterrichten.

Das Drehmoment: Unter dem Drehmoment einer Nebenuhr versteht man die in Zentimetergramm (cmg) ausgedrückte, während des Fortschaltens an der Minutenzeigerachse entwickelte Kraft, multipliziert mit dem Halbmesser der Achse, bezogen auf eine bestimmte Klemmenspannung und den Widerstand der Uhr, also auf den Wattverbrauch. Nach den voraufgegangenen Ausführungen soll das Drehmoment so hoch wie möglich sein; denn die Betriebssicherheit wird durch eine größere Kraft an der Zeigerachse unzweifelhaft gehoben.

Das Drehmoment entsteht durch das Zusammenwirken der auf den Anker einwirkenden elektro- und dauermagnetischen Kraftlinien. Der Konstrukteur ist mithin in der Lage, ohne Erhöhung der Amperewindungen und des Wattverbrauchs, allein durch **V e r s t ä r k u n g d e s D a u e r m a g n e t e n**, das Drehmoment stark hochzutreiben. Tatsächlich hat es lange Jahre Fabrikanten gegeben, die in Unkenntnis der praktischen Erfordernisse in geradezu leidenschaftlicher Art ein „höchstes Drehmoment“ in ihrer Werbung betonten. Es ist aber ein durchaus falsches Beginnen, das Drehmoment einer Nebenuhr auf die Spitze zu treiben, wie wir nachfolgend erkennen werden.

Die Anlaufspannung: Sie steht in Abhängigkeit von der Regelspannung der Uhr, also von der Spannung, die der Uhr die festgelegte Normalstromstärke zuführt (4, 8, 12, 24 Volt in Parallelschaltung). Die Anlaufspannung ist diejenige Spannung, mit der die nicht belastete Uhr (Uhr ohne Zeiger) noch eben anläuft, und man pflegt sie in Prozenten der Regelspannung auszudrücken. Man legt die Anlaufspannung des unbelasteten Werkes deshalb fest, weil das Zeigergewicht der Fabrikate sehr verschieden ist.

Im Abschnitt 3e ist bereits erwähnt worden, daß der Leitungs-Spannungsverlust diejenige Uhr am schnellsten zum Stehenbleiben bringt, die am wenigsten einen Abfall ihrer Klemmenspannung verträgt. Die

Praxis des Betriebes von Nebenuhren in Parallelschaltung lehrt nun, daß es sich geradezu verheerend auswirkt, wenn ein Uhrennetz (wie es für städtische und industrielle Anlagen fast immer zutrifft) durch Erweiterungen mit den Jahren überlastet wird, und wenn dann die Nebenuhren in engen Grenzen an ihre Regelspannung gebunden sind. Ich bin z. B. einmal in ein Industriewerk gerufen worden, dessen Uhrenanlage rund achtzig Nebenuhren enthielt, von denen nicht zehn die richtige Zeit anzeigen; sie bildeten ein unglaubliches Durcheinander der Zeitanzeige. Die Prüfung ergab eine durchschnittliche Anlaufspannung der Nebenuhren von 65 Prozent; die unterste Spannungsgrenze lag also bei $(24 \times 65) : 100 = 15,6$ Volt, während die Klemmenspannungen bis auf 12 Volt abfielen. Hier darf nicht vergessen werden, daß die Technik der Zentral-Uhrenanlagen andere Verhältnisse bezüglich der zugelassenen Spannungsverluste kennt als die Starkstromtechnik, und das mit gutem Recht. Es ist nämlich seit vielen Jahrzehnten erwiesen, daß beispielsweise das Werk der Einheitsuhr (Abschnitt 3d) bei einem Drehmoment von 80 bis 85 cmg ohne besondere Schwierigkeiten mit einer Anlaufspannung von 35 bis 40 Prozent versehen werden kann.

Somit muß die Forderung aufgestellt werden, daß die Anlaufspannung bei keiner Nebenuhr über 50 Prozent der Regelspannung liegen darf. Diese Bedingung ist für die Parallelschaltung von so großer Bedeutung, und sie erspart so viel Leitungsmaterial, daß auf sie nicht verzichtet werden kann. Das ist um so mehr der Fall, als durchaus keine Herstellungsschwierigkeiten bestehen, dieser Forderung zu genügen.

Wenn nun der Konstrukteur seinen Uhren ein auf die Spitze getriebenes Drehmoment gibt, also ein Drehmoment von solcher Höhe, daß es auch unter den ungünstigsten Reibungsverhältnissen nur bis höchstens zur Hälfte ausnutzbar ist, so ist er dadurch gezwungen, die brauchbare Grenze der Anlaufspannung stark nach oben zu verlegen, d. h. also sie unbrauchbar zu machen. Den Wattverbrauch kann er deshalb nicht erhöhen, weil dieser im Konkurrenzkampf ein starker Vergleichsfaktor ist. Folglich muß er den Dauermagneten verstärken. Dadurch wird dann die Vormagnetisierung an den Anker- und Elektromagnetpolen entsprechend erhöht, und es bedarf einer erhöhten Energie zum sogenannten „Abreißen“, d. h. zum Anlauf; die Anlaufspannung läßt sich nicht in der erforderlichen Tiefe erhalten. Darum: Bei guter Werkherstellung das Drehmoment nicht höher treiben, als es eine Anlaufspannung von höchstens 50 Prozent zuläßt (siehe die Tabelle im Abschnitt 3d)! Diese Voraussetzung ermöglicht immer noch Drehmomente, deren Höhe die Uhren viele Jahrzehnte betriebssicher und wartungsfrei arbeiten läßt.

Selbstverständlich erhöht sich die Anlaufspannung auch durch unsachgemäße Werkausführung, durch zu große Luftspalte und zu schwere Anker.

Die Überspannung: Sie ist gekennzeichnet durch diejenige über die Regelspannung hinausgehende Klemmenspannung, mit der die unbelastete Uhr nicht mehr springt. Schon im Abschnitt 3a wurde ausgeführt, daß bei im Verhältnis zum Elektromagneten zu schwachem dauer magnetischem Kraftfluß der Anker umgepolzt wird und die Uhr deshalb nicht mehr schalten kann. Die Überspannung ist ein gegen teiliger Wert der Anlaufspannung; die erstgenannte verlangt eine möglichst hohe Vormagnetisierung durch den Dauermagneten, die letzte eine geringe. Diese beiden entgegengesetzten Eigenschaften, sofern sie einen für den praktischen Betrieb günstigen Wert haben sollen, verlangen durchaus eine sorgfältige Herstellung des elektrischen Teiles der Nebenuhren, enge Luftpalte, entsprechendes Ankergewicht, gut gestaltete Polschuhe, geringe Streuung des Elektromagnetsystems, guten Schluß des Dauermagneten.

In den Netzen der Uhrenanlagen werden viele tausende Nebenuhren betrieben, deren Überspannungsgrenze bei 800 Prozent und noch höher liegt. Das heißt, daß die für 12 Volt beispielsweise gewickelten Uhren noch mit 100 Volt gut springen. Tausende von Nebenuhren sind aber auch deshalb aus den Netzen genommen worden, weil ihre Überspannungsgrenze nur wenig über oder sogar auch unter die Regelspannung abgesunken war, und zwar infolge starken Nachlassens des Dauermagneten, das hervorgerufen wird durch schlechten Eisenschluß des Kraftlinienweges.

Wenn also sehr gute Uhren einer 800-prozentigen Überspannung gewachsen sind bei einer Anlaufspannung von 40 Prozent und darunter, so kann man ohne weiteres zu einer 50prozentigen Anlaufspannung eine 100-prozentige Überspannungsgrenze fordern. Eine unbelastete, für 24 Volt gewickelte Nebenuhr soll also noch mit 48 Volt springen. Diese Grenzfestsetzung läßt dem Konstrukteur einen sehr großen Spielraum, innerhalb dessen er die dauer- und elektromagnetischen Kräfte mühelos abgleichen kann.

Das Sperrmoment: Es wird dargestellt durch diejenige in cmg ausgedrückte Kraft, die auf die ruhende und unbelastete Zeigerachse der Nebenuhr auszuüben ist, um den Anker aus seiner Ruhelage zu bringen.

Die Uhren nach Abbildung 42, also Schwingankersysteme mit kurzem Anker, haben ein Sperrmoment, das bis zur Zerstörung der Teile einen unendlichen Wert (∞) hat. Aber während des Schaltvorganges gibt es einen Augenblick der „Durchrutschmöglichkeit“ des Schaltrades. Sind die Zeiger dieser Uhren nicht sehr gut abgeglichen, oder sind sie dem Wind ausgesetzt, so werden bei schwachem Springen Fehlschaltungen entstehen.

Die Schwingankersysteme mit langem Anker und Klinkenübertragung zum Schaltrad haben ein „unendlich“ großes Sperrmoment.

Die Drehanker systeme zeigen ein mehr oder weniger großes Sperrmoment. Es sei mitgeteilt, daß es wenigstens gleich der Hälfte der nach der Tabelle im Abschnitt 3d für die verschiedenen Zifferblattdurchmesser angegebenen Drehmomente sein soll, aber deren vollen Wert erreichen kann.

Nebenuhren mit einer Schneckenübertragung (die wir im Abschnitt 3o noch kennenlernen) haben bis zur Zerstörung der Teile ein „unendlich“ großes Sperrmoment.

Hohe Sperrmomente machen die Uhren unabhängig von einem peinlich genauen Abwiegen der Zeiger und von Luftbewegungen. Zwar sind die Zeiger der Uhren mit Drehanker durch die Fanggabel gegen Rücklauf gesperrt, in der Ruhelage aber nicht gegen Vorschub. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die mit hohem Sperrmoment versehenen Drehankerwerke beispielsweise Zeigerpaare für Zifferblätter von 2 m Durchmesser ohne Anwendung von Schutzscheiben betriebssicher betreiben können, wenn ihr Drehmoment einen Wert von rund 3000 cmg bei einem Sperrmoment in gleicher Höhe annimmt. Solche Uhren sind nachweislich seit vielen Jahrzehnten in den Turm eines Krankenhauses eingebaut.

Die Messung der Kräfte

Für die Beurteilung einer Nebenuhr muß man nicht nur die Bedeutung der Kräfte kennen, sondern man muß sie auch ermitteln, also messen können. Die Meßverfahren sind nachstehend beschrieben.

Die Bestimmung des Wattverbrauches mittels Volt- und Amperemeter ist im Abschnitt 3e erklärt.

Die Ermittlung des Dreh- und des Sperrmomentes bedeutet die Bestimmung mechanischer Kräfte, die im allgemeinen unter Verwendung geeigneter Dynamometer erfolgt. Da diese jedoch selten dem Handwerker zur Verfügung stehen, so müssen wir ein einfacheres Verfahren wählen. Ein solches ist möglich durch Verwendung eines selbst herstellbaren Maßhebels nach Abbildung 44. Befestigt man diesen auf der Minutenzeigerwelle der nicht mit Zeigern belasteten Uhr, und läßt an ihm eine dem Drehsinn entgegengesetzte Kraft (Gewicht) einwirken,

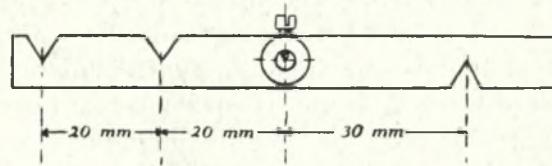


Abb. 44. Waagebalken zur Bestimmung des Drehmoments

die dem Drehmoment die Waage hält, so kann man das aus Kraft und Hebelarm zusammengesetzte Drehmoment bestimmen. Denn, wenn beispielsweise in die linke äußere Kerbe des Hebels eine Gewicht von 50 Gramm eingehängt wurde, das der an der Zeigerachse vorhandenen Kraft die Waage hält, so ist das Drehmoment dieser Uhr gleich $40 \text{ mm} \times 50 \text{ g} = 2000 \text{ mmg} = 200 \text{ cmg}$. Bei möglichst genauen Messungen

muß man das Gewicht des benutzten Fadens berücksichtigen, der Hebel muß ausgeglichen sein und, bei Messung kleiner Kräfte, möglichst leicht (aus Aluminium) sein. Auch muß der Hebel in genau **w a a g e r e c h t e r** Stellung angreifen, also in Höhe der Ziffer 9 des Blattes. Anstatt angehängter Gewichte kann man auch eine kleine Schale benutzen, in die man Eisenstückchen, Sand usw. schüttet, worauf man dann nach Abgleichung mit dem Drehmoment das Gewicht der Schale mit Inhalt auf einer guten Waage feststellt.

Will man das Drehmoment einer Nebenuhr bestimmen, so heißt das, man will die **b e i d e r R e g e l s p a n n u n g** an der Zeigerachse vorhandene Kraft messen. Somit muß die Meßbatterie die genaue Regelspannung abgeben: Zur Nachprüfung legt man ein Voltmeter an die Klemmen der Uhr. Ist die Spannung zu hoch, so schaltet man einen regelbaren Widerstand in die Zuleitung; ist sie zu niedrig, so schaltet man ein Element hinzu und gleicht dann mit dem Widerstand ab. Man achtet darauf, daß die Regelspannung **i m A u g e n b l i c k d e s S t r o m s c h l u s s e s** den genauen Wert hat, nicht bei Stromunterbrechung. Ist ein Stromwender nicht vorhanden, so wechselt man die Pole mit den Händen. Solange bei Stromschluß noch der linke Arm des Hebels mit der angehängten Last gehoben wird, muß der Hebel mehr beschwert werden; erst dann, wenn beide Kräfte gleich groß sind, ist die Abstimmung des Gewichtes auf das Drehmoment erfolgt.

Die Bestimmung des **S p e r r m o m e n t e s** erfolgt aus der Ruhe des Ankers heraus — also ohne Anwendung von Strom — ebenfalls mit Hilfe eines Hebels nach Abbildung 44. Dieser muß nun aber in der **R i c h t u n g d e r Z e i g e r b e w e g u n g**, also in Höhe der Ziffer „3“ des Blattes, angreifen. Folglich müssen die dreieckigen Einschnitte des Hebels auf seinen gegenseitigen Längsseiten angebracht sein. Man hängt dann so viel Gewichte an, daß der Anker um eine Schaltlänge vorwärtsläuft, und bestimmt dann das Sperrmoment nach Last und Hebellänge nach dem angegebenen Verfahren.

Will man eine Schaulinie (Kurve) des ansteigenden Drehmomentes in Abhängigkeit von der Spannung aufzeichnen, so sind die einzelnen Punkte der Kurve durch Messungen festzustellen. Man stellt zuerst den niedrigsten Spannungswert fest, mit dem die Uhr noch eben springt; dieser Spannungswert entspricht dem Drehmoment Null. Dann mißt man das Drehmoment in Abstufungen von 1 zu 1 oder 2 zu 2 Volt, bis man an den Wert der Regelspannung kommt. Werden dann auf der unteren waagerechten Linie („Abszissenachse“) des Kurvenblattes die Spannungen und auf der linken senkrechten („Ordinatenachse“) die zugehörigen Drehmomente aufgetragen und die Meßergebnisse an den Schnittpunkten der „Koordinaten“ angemerkt, so ergibt die Verbindungsline der Merkstellen die ansteigende Drehmomentkurve, wie sie in Abschnitt 14 dargestellt ist.

Die Festlegung der **Ü b e r s p a n n u n g s g r e n z e** ist eine einfache

Sache; man erhöht einfach die Spannung so lange, bis entweder die unbelastete Uhr nicht mehr springt, oder bis eine hundertprozentige Überspannung erreicht ist. Springt beispielsweise eine Uhr mit der Regelspannung von 24 Volt noch mit 60 Volt, so besteht eine Überspannung von

$$\frac{36 \times 100}{24} = 150\%.$$

Springt die Uhr aber schon bei 30 Volt nicht mehr, so liegt die Grenze erheblich zu niedrig, nämlich schon bei 25 Prozent.

In gleicher Weise wird die Anlaufspannung festgelegt. Läuft eine für 24 Volt gewickelte unbelastete Uhr erst bei 16 Volt an, so ist ihre Anlaufspannung gleich

$$\frac{16 \times 100}{24} = 66,6\%;$$

läuft sie aber schon bei 9 Volt an, so ergeben sich 37,5 Prozent.

Aus dem Abschnitt 14 werden wir erkennen, daß unter Berücksichtigung der besprochenen technischen Daten eine sachgemäße Beurteilung von Nebenuhren möglich ist.

g) Parallel- und Reihenschaltung

Bis vor rund zehn Jahren hat man alle Nebenuhren nach Abbildung 45 parallel zueinander in das Netz gelegt, während für größere Anlagen heute die Reihenschaltung nach Abbildung 46 angewandt wird. Je nach Anwendung der Schaltung sind die Widerstandswerte und Drahtstärken der Nebenuhren durchaus verschieden.

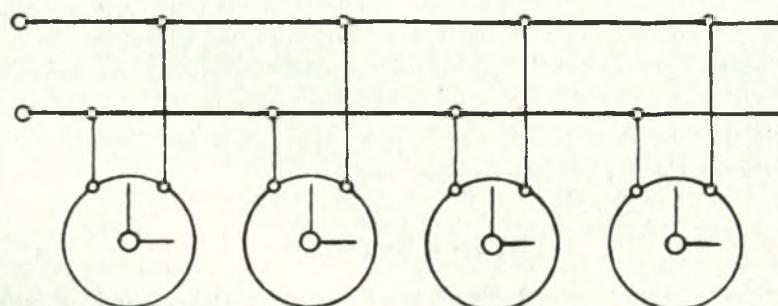


Abb. 45. Parallelschaltung von Nebenuhren

Der Unterschied beider Schaltungsarten ist grundlegend der, daß die Parallelschaltung eine für alle Uhren des Netzes gleiche und gleichbleibende Klemmenspannung zur Voraussetzung hat, während die Verbrauchsstromstärke entsprechend den Zifferblattdurchmessern bzw. den Werkgrößen veränderlich ist. Die Reihenschaltung dagegen verlangt eine für alle Uhren gleichbleibende Stromstärke, während die Klemmenspannungen der einzelnen Uhren je nach Werkgröße ver-

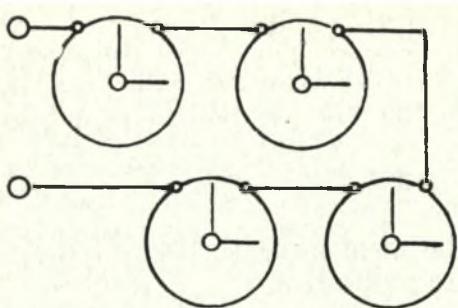


Abb. 46. Reihenschaltung von Nebenuhren

24 Volt einen Widerstand von 4000 Ohm, so verbraucht sie eine Stromstärke von $24 : 4000 = 0,006$ Ampere; ihr Wattverbrauch ist dann gleich $24 \times 0,006 = 0,144$ Watt. Bei Anwendung der Reihenschaltung ergeben vergleichende Berechnungen der Spannungsverluste, daß eine Schleifenstromstärke von 0,35 Ampere die wirtschaftlichste ist. Soll nun beispielsweise eine Uhr mit dem Wattverbrauch von 0,144 Watt auf die Reihenschaltung und für eine Schleifenstromstärke von 0,35 Ampere umgewickelt werden, so muß ihre Klemmenspannung den Wert $0,144 : 0,35 = 0,41$ Volt annehmen, und ihr Widerstand ergibt sich zu $0,41 : 0,35 = 1,2$ Ohm. Die Spannung einer großen Uhr mit einem Wattverbrauch von, angenommen, 0,45 Watt ist bei 24 Volt gleich $0,45 : 0,35 = 1,29$ Volt, und ihr Widerstand wird $1,29 : 0,35 = 3,7$ Ohm.

Aus diesen beiden Beispielen ist ersichtlich, daß in der Reihenschaltung die Betriebsspannung sich im Verhältnis zu den Widerständen auf die einzelnen Uhren verteilt, daß die Widerstände klein werden und die Spulendrähte eine erhebliche Stärke annehmen, also widerstandsfähig sind.

Die mit den beiden Schaltungsarten verbundenen Vor- und Nachteile sind im Band IV dieser Buchreihe besprochen.

h) Der Schaltweg

Der in einer bestimmten Winkelgröße ausgedrückte Schaltweg, den der Anker einer Nebenuhr bei jedem Stromstoß zurücklegt, ist für die Betriebssicherheit und besonders für die Anwendung als Außenuhr von hoher Bedeutung. Je größer der Schaltwinkel ist, um so weniger ist die Uhr gegen Erschütterungen empfindlich, um so weniger vermögen von außen auf die Uhr einwirkende mechanische Kräfte den Anker in eine Zwischenlage zu bringen und die Zeiger um eine oder mehrere Minuten fortzustellen. Auch kann die Uhr im Freien ohne Glasabdeckung um so größere Zifferblätter haben, je größer der Schaltweg ist.

Die bisherigen Grenzen des Schaltwinkels von auf dem Markt käuf-

schieden sind. In der Parallelschaltung addieren sich also die Stromstärken; es werden Batterien mit niedriger Spannung und hoher Stromabgabe erforderlich. In der Serienschaltung addieren sich dagegen die Spannungen; man kommt mit kleinen Elementen oder Sammlern aus, die aber in größerer Zahl benötigt werden.

Hat eine Nebenuhr beispielsweise bei der Klemmenspannung von

lichen oder inzwischen nicht mehr hergestellten Nebenuhren liegen zwischen 3 und 180 Grad (!). Allein dieser fast unmöglich erscheinende große Unterschied erhellt so recht die Tatsache, wie wenig manchmal die Konstrukteure über die grundlegenden Erfordernisse unterrichtet waren, die an eine Nebenuhr unbedingt zu stellen sind. Die Uhr mit einem Schaltweg von nur 3 Grad war ein holländisches Erzeugnis; die Fabrik ist eingegangen. Das System mit einem Schaltweg von 180 Grad ist ganz neu, es ist im Abschnitt 4 beschrieben.

Die Betriebssicherheit einer Anlage verlangt einen Schaltweg der Nebenuhren von nicht unter 60 Grad.

i) Schaltkonstante, Bremszeiten und Kontaktzeit

Jedem Körper haftet eine Trägheit der Ruhe und der Bewegung an, welche die Ursache dafür ist, daß eine gewisse Zeit vergeht, bis er aus der Ruhe in die Bewegung oder aus der Bewegung in die Ruhe überführt wird. Diese „Massenträgheit“ wächst mit Größe und Gewicht der Masse.

Hieraus ist zu folgern, daß eine Nebenuhr mit großem und schwerem Anker und mit langen und schweren Zeigern eine längere Zeit zum Fortstellen benötigt oder, wie man sagt, eine größere „Schaltkonstante“ hat als eine kleine Uhr. Da die Schaltkonstante hauptsächlich von der Länge und dem Gewicht der Zeiger abhängig ist und die Zeiger der einzelnen Fabrikate stark verschiedene Massenträgheiten haben, so lassen sich genaue Werte nicht angeben. Die durch 10 cm und 2,5 m Zifferblattdurchmesser begrenzten Werte kann man mit 0,2 bis 1,0 Sekunden als angenehme annehmen.

Wenn die Zeiger einer Nebenuhr durch einen Stromstoß fortgeschaltet werden, und wenn dabei die Stromschlußzeit die Schaltkonstante der Uhr übertritt, so tritt eine starke magnetische Bremsung des Ankers und damit ein Abstoppen der Zeigerbewegung ein, weil die auf den Anker ausgeübten anziehenden und abstoßenden Kräfte noch fortwirken. Diese Bremskraft wirkt auf die mit langen Ankern versehenen Schwingenankersysteme dahin ein, daß ein Zurück schnellen des Ankers vermieden wird, während die Drehanker an der Einnahme von Zwischenstellungen oder dem Überspringen einer Minute verhindert werden.

Die Betriebssicherheit erfordert daher dringend eine genügend lange Kontaktzeit. Wenn diese allgemein zu 0,8 Sekunden angegeben wird, so muß der erfahrene Techniker sie als reichlich kurz beurteilen, da die Schaltkonstante großer Nebenuhren an sich schon länger sein kann und eine Bremszeit unbedingt erforderlich ist. Ich war z. B. einmal gezwungen, eine große Fabrik aufzusuchen, der eine Anzahl Nebenuhren geliefert worden war, die laut mehrfacher heftiger Be-

anstandung immer wieder falsch zeigten. Die Besichtigung ergab, daß alle Nebenuhren falsch zeigten und durch eine mit Stromwechselkontakt versehene Arbeitszeit-Kontrolluhr gesteuert wurden. Es zeigte sich dann, daß die Kontaktzeit dieser Uhr viel zu kurz war; nach Lieferung einer neuen Hauptuhr arbeitete die Anlage einwandfrei. Die Betriebssicherheit verlangt eine Kontaktzeit von mindestens 1,2 Sekunden; besser noch ist eine auf 1,5 Sekunden verlängerte. Man wende nicht ein, daß durch eine überlange Kontaktzeit unnötigerweise Strom verbraucht wird. Ganz allgemein ist eine Uhrenbatterie so wenig beansprucht, daß sie zum Schutz gegen Sulfatbildung sogar von Zeit zu Zeit künstlich entladen werden muß.

Ein zweiter für die Beurteilung der Kontaktzeit wichtiger Faktor ist die Leitungskapazität. Wenn sie auch in Freileitungen stets unberücksichtigt bleiben kann, so kann sie doch in langen Kabelleitungen solche Werte annehmen, daß die Ladezeit bis zu zwei Sekunden beträgt, daß also eine Kontaktzeit von $2 + 1,5 = 3,5$ Sekunden erforderlich wird.

Eine vollendet konstruierte Hauptuhr sollte daher mit einer Vorrichtung zur Einstellung auf beliebig lange Kontaktzeiten versehen sein.

k) Kontaktabstand und Übersetzung

Die ersten Nebenuhren wurden in sekundlichen Abständen fortgeschaltet. Da diese Betriebsart die jährliche Summe von 31 546 000 Kontaktenschlüssen bedingt, denen ein nicht unerheblich belasteter Kontakt ohne Dauerwartung nicht gewachsen ist, so ging man auf die minutliche Kontaktgebung über, die sich in der ganzen Welt eingeführt hat. Es sind vor drei Jahrzehnten von der deutschen Eisenbahnverwaltung umfangreiche Versuche mit einer halbminutlichen Kontaktgabe durchgeführt worden (Direktionen Elberfeld und Bromberg). Sie haben ergeben, daß der Bewohner des platten Landes und der Kleinstadt sich durch den nicht auf dem Minutenstrich stehenden Zeiger in dem schnellen Ablesen der Zeit leichter irrt, und alle auf den Halbminutenbetrieb eingestellten Bahnhofsuhren sind nach dem Kriege in solche für Minutenbetrieb umgebaut bzw. erneuert worden. Dagegen hat es sich als erforderlich erwiesen, für den dichten Großstadtbetrieb den Halbminutenbetrieb anzuwenden, wie die Uhrenanlagen der Berliner und Hamburger Hoch- und Untergrundbahn beweisen.

Wenn beispielsweise der Drehanker einer Nebenuhr je Kontaktenschluß und Minute eine Bewegung von 90° macht, sich also in vier Minuten einmal dreht, so wird vom Anker zum Minutenrad eine Übersetzung von $4 : 60 = 1 : 15$ erforderlich. Im Halbminutenbetrieb dreht sich der Anker jedoch achtmal minutlich, und die Übersetzung verhält sich wie $8 : 60 =$

1 : 7.5. Wenn nun bei diesen mit verschiedenen Übersetzungen versehenen Uhren das Drehmoment in beiden Fällen an der Zeigerachse gemessen wird, um verglichen zu werden, so ist das Drehmoment für den halbminutlichen Kontaktabstand gegen das der Uhr mit Minutenbetrieb gleichzusetzen, jedoch ist der Wattverbrauch mit 2 zu multiplizieren, weil diese Uhr minutlich zweimal springt.

I) Wirkung der Selbstinduktion

Bei jeder Kontaktöffnung entsteht in jeder Nebenuhr eine dem Batteriestrom gleichgerichtete „Selbstinduktion“, deren Energie sich über den schon leicht geöffneten Kontakt auszugleichen sucht und die Kontaktstellen verbrennt, wenn ihr nicht ein widerstandsgeringer Weg zum Abklingen geboten ist. Die Energie der Selbstinduktion wächst mit der Anzahl der im Augenblick der Kontaktöffnung zusammenbrechenden Kraftlinien; sie steigt also an mit der Werkgröße bzw. dem Zifferblattdurchmesser, und sie addiert sich am Kontakt zur Summe der Einzelenergien aller Nebenuhren. Die an dem Hauptuhrkontakt anzubringenden Schutzeinrichtungen sind im Teil III 2 c eingehend beschrieben; es soll hier nur erwähnt werden, daß einzelne Fabriken dazu übergegangen, zu den Spulen jeder Nebenuhr einen Hochohmwiderrand parallel zu legen. Diese Anordnung erfordert verlorenen Arbeits- und Materialaufwand, da sie durch eine einzige kleine Zusatzeinrichtung am Kontakt ersetztbar wird. Die Parallelschaltung eines Widerstandes kann auf die wenigen praktischen Fälle beschränkt bleiben, wenn eine besonders große Nebenuhr mit hoher Selbstinduktion (oder mehrere) in großer Nähe einer kleinen Uhr im Netzt liegt, so daß die kleine Uhr stets *einige Minuten vorläuft* und der Fehler durch Vertauschen der Anschlußdrähte nicht zu beheben ist. In diesem Falle überbrückt man die Klemmen der kleinen Uhr mit einem induktionsfreien Widerstand. Da dieser Widerstand ja auch von dem Betriebsstrom durchflossen wird, so soll er so hoch wie möglich sein, was durch Versuche festzustellen bleibt.

m) Bestimmung der Regelspannung und des Widerstandes

Soviel mir bekannt ist, gibt nur die Firma Telefonbau und Normalzeit K. L e h n e r & Co. (früher Elektrozeit A.G.) auf ihren Nebenuhren die Regelspannung an, obgleich die V.D.E.-Normen dies als allgemein üblich und vorschriftsmäßig voraussetzen. So kommt leider der Fachmann oft in die Lage, die unbekannte Regelspannung von Nebenuhren selbst bestimmen zu müssen. Dies zu tun, ist sogar oft dringendes Erfordernis für alle in mangelhaft arbeitenden Anlagen eingeschalteten Uhren, um damit erst einmal gründliche Ordnung im Stromverbrauch zu schaffen.

Es ist vorgeschlagen worden, die Regelspannung dadurch festzulegen, daß man feststellt, mit welcher niedrigsten Klemmenspannung die mit Zeigern belastete Uhr noch eben springt, diese Niedrigstspannung als dann verdoppelt und sie als Regel- oder Betriebsspannung zu bezeichnen, mit der die Uhr arbeiten muß. Dieses Verfahren übersteigt die Regelspannung, so daß die Zeiger der Uhr nicht mehr fortgeschaltet, sondern „fortgeschnellt“ werden. Wir haben im Abschnitt 3f die technischen Daten der Nebenuhr zueinander in Beziehungen gebracht und angenommen, daß die Anlaufspannung einen Wert von 50 Prozent der Regelspannung haben muß. Ist diese Bedingung ungefähr für alle Uhren eines Netzes erfüllt, so werden die Uhren bei besonderem Spannungsabfall nicht „durcheinander“ geraten, sondern sie werden entweder alle weitergehen oder stillstehen. Somit sollte auch die unbekannte Klemmenspannung von Uhren so festgelegt werden, daß auch sie gleichen Betriebsbedingungen unterliegen. Man hat also unter dieser Voraussetzung die Klemmenspannung in der Weise zu bestimmen, daß bei abgenommenen Ziegern die Anlaufspannung festgestellt wird, die dann mit der Ziffer 2 zu multiplizieren ist, um die Regelspannung zu ergeben.

Die zweckmäßige Regelspannung ergibt sich auch aus dem mehr oder minder scharfen Springen der Zeiger. Sie sollen weder schleichen noch schnell; das Mittel ist richtig.

Der Widerstand einer Nebenuhr ist mittels Volt- und Milliampermeter leicht zu bestimmen. Man mißt bei einer bestimmten Klemmenspannung die Stromstärke und errechnet sodann nach dem Ohmschen Gesetz den Widerstand. Liegt nach der Angabe des Voltmeters beispielsweise an den Klemmen der Nebenuhr eine Spannung von 4 Volt, und fließt durch die Spulen ein Strom von 3 Milliampere, so ist der Spulenwiderstand gleich $4 : 0,003 = 1333$ Ohm.

n) Der Dauermagnet

Im Abschnitt 3f wurde ausgeführt, daß zwischen den elektro- und dauermagnetischen Kräften ein bestimmtes Verhältnis bestehen muß, wenn die technischen Daten gute sein sollen. Daraus geht hervor, daß dieses Verhältnis ein gleichbleibendes bleiben muß. Wenn z. B. die Ansicht vertreten wird, daß die Frage der permanenten Magnete, d. h. die Größe der Koerzitivkraft, bei polarisierten Uhren eine sehr große, wenn nicht ausschlaggebende Rolle spielt, so beruht das auf Unkenntnis der Umstände; das geht am besten daraus hervor, daß von anderer Seite mit bestem Erfolg Magnete ohne hohe Koerzitivkraft benutzt werden können. Entscheidend ist vielmehr die Luftspaltform und damit die Art des Kraftlinienflusses. Woher kommen die so grundsätzlich verschiedenen Ansichten zweier Fachleute?

Die sogenannte „Magnetfrage“ steht und fällt mit dem guten oder

schlechten Kraftlinienfluß! Das zeigt in offensichtlicher Art jeder Elektrizitätszähler. Man sehe sich seinen Bremsmagnet an; seine breiten Mäuler sind in ganzer Ausdehnung für den Kraftlinienfluß ausgenutzt, und sie bilden zwei parallel verlaufende Flächen. Läßt der Fluß eines Zählermagneten auch nur ein wenig nach, so läuft der Zähler vor; er zeigt große Plusfehler, er „geht, wie er will“. Dagegen gibt es Bauarten elektrischer Uhren, deren Luftspalt zwischen Magnetpol und Anker nicht nur viel zu groß ist, sondern dessen dauer magnetischer Kraftlinienfluß vom Pol zum Anker auch ein fast „punktformiger“ ist, so daß sich die Kraftlinien durchaus stark zusammendrängen, daß sie also nicht einen großflächigen Übergang finden. Jeder Dauermagnet stellt sich auf eine gewisse, von seinem Eisenschluß abhängige konstante Kraftlinienzahl ein, die um so größer ist, je größer vor allen Dingen der Querschnitt der an den Luftspalten vorhandenen Eisenmasse vorgesehen wurde. Sollen dann noch alle Uhren gleiche Werte zeigen, so müssen die Luftpalte durch genaue Fabrikation gleich groß hergestellt sein. Nur richtige Bauart und Herstellung können von den Schwierigkeiten der Magnetbeschaffung unabhängig machen; verbürgen sie einen hohen Kraftlinienfluß, so bleibt die Magnetfrage auf die Festlegung der Abmessungen beschränkt. Es ist daher die Verwendung hochlegierter Magnete durchaus keine Voraussetzung für die Herstellung guter Nebenuhren; der Konstrukteur kann sich sehr gut auf normales Magnetmaterial einstellen.

Die Feldstärke (Kraftlinienzahl) eines Dauermagneten ist abhängig von der Remanenz oder, anders ausgedrückt, von der „Koerzitivkraft“ des Materials. Unter Remanenz versteht man die Eigenschaft, nach voraufgegangener Magnetisierung einen Teil des Magnetismus zurückzuhalten. Weiches Eisen hat somit einen geringe Remanenz, Stahl eine höhere, harter Stahl eine sehr hohe. Mit der Koerzitivkraft (koerzitiv = „einzwängend“) wird diejenige Kraft bezeichnet, die den remanenten Magnetismus festzuhalten sucht. Theoretisch wird sie als diejenige Gegenkraft bezeichnet, die erforderlich ist, um den remanenten Magnetismus eines Magneten auf den Wert Null zu bringen, ihn also wieder „auszutreiben“. Hohe Remanenz läßt also in einem Magneten, bezogen auf den Quadratzentimeter (cm^2), eine hohe Kraftlinienzahl entstehen, während eine hohe Koerzitivkraft dieses Kraftlinienbündel zu erhalten sucht. Diese beiden Eigenschaften sind allein durch die Art des Materials bedingt; Gegensätze sind hier, wie schon gesagt, weiches Eisen und harter, hochlegierter Stahl.

Um das Gleichbleiben der Größe der von Pol zu Pol eines Dauermagneten fließenden Kraftlinien beurteilen zu können, um also zu wissen, ob der Dauermagnet einer Nebenuhr auch auf viele Jahre hin aus die gleiche Kraftlinienzahl aussendet, oder ob er sich allmählich

schwächen wird, genügt es nicht, nur die Koerzitivkraft in Rechnung zu ziehen; wir müssen vielmehr auf die Eigenschaften des „magnetischen Kreises“ zurückgreifen. Dieser Kreis ist genau so zu beurteilen wie ein elektrischer Stromkreis; er enthält „magnetische Widerstände“, die wie die elektrischen Widerstände im elektrischen Kreis die Stromstärke, die Kraftlinienzahl, schwächen. Der magnetische Hauptwiderstand wird durch die Luft gebildet; er ist rund fünfzigmal so groß wie im weichen Eisen. Da nun die magnetische Wirkung sich nicht im geschlossenen Kreis, sondern nur an Unterbrechungsstellen, an den Polen, nach außen äußert, so sind wir zur Einschaltung von Luftspalten gezwungen, durch die aber der magnetische Fluß, die Kraftlinienzahl, geschwächt wird, und zwar um so mehr, je größer der Luftspalt ist.

Wenn wir ein Stahlstück sehr stark magnetisieren, so wird seine Feldstärke schnell so weit absinken, bis seine Übersättigung ausgeglichen ist. Wird es dann aufbewahrt, ohne daß seine Pole durch einen Eisenweg gut geschlossen sind, so wird seine Feldstärke immer mehr abnehmen, und zwar bis auf einen Wert, der der Kraftlinienzahl im Widerstandsweg (im Luftwege) entspricht. Der Magnet wird sich also schwächen, die Remanenz nimmt ab trotz aller Koerzitivkraft. Zwar wird die Schwächung bei hoher Koerzitivkraft langsamer vor sich gehen, aber sie hört erst dann auf, wenn das richtige Verhältnis zwischen Feldstärke und Widerstand des Kraftlinienweges hergestellt ist.

Die Nebenuhren werden nur dann gleichbleibende technische Eigenschaften erhalten können, wenn auch ihre dauer-magnetischen Kräfte gleichbleibend sind. Dies kann nur erreicht werden, wenn

1. Querschnitt und Länge des Dauermagneten genügend groß gewählt werden,
2. die Luftspalte möglichst eng und für gleiche Werkleistungen auch von gleicher Größe sind,
3. der Eisenquerschnitt an den Luftspalten möglichst groß ist, da eine durch „punktförmige“ Luftspaltbildung entstehende Zusammendrängung der Kraftlinien die Magnetschwächung stark fördert.

Die für Nebenuhren erforderliche dauer-magnetische Kraftlinienzahl ist gering; sie kann ohne weiteres von Magneten aus unlegiertem Stahl geliefert werden. Auch die ganz hoch legierten Stähle schützen in Fehlkonstruktionen das Drehmoment und die Überspannungsgrenze nicht vor dem Abfall; er stellt sich unabwendbar selbsttätig ein; nur beansprucht er für hochlegiertes Material eine etwas längere Zeit.

Die vorstehenden Ausführungen sollen verhüten, daß weitere Nebenuhrkonstruktionen auf den Markt kommen, die den hohen Anforderungen an Betriebssicherheit nicht gewachsen sind.

Legierte (Wolfram-) und hoch legierte (Wolfram-Kobalt-) Dauermagnete sind bekannt; sie sind besonders in den Schwingankersystemen und in permanent-dynamischen Lautsprechern seit Jahren angewandt. Die Wolfram-Magnete sollen eine drei- bis vierfache magnetische Leistung gegenüber dem unlegierten Stahl besitzen. Nun ist es gelungen, in einer neuen *Aluminium-Nickel-Stahllegierung* (*Al-Ni-Stahl*) ein Material zu gewinnen, das rund den zehnfachen Magnetisierungswert des Wolframstahles haben soll. Diesen Fortschritt hat nun die Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. benutzt, um ihr Werk mit Doppel-Drehanker mit einem winzig kleinen Magneten dieses Materials zu versehen. Da es derartig hart ist, daß es sich nur schleifen läßt, so wird es pulverisiert und unter Zusatz von Kunstharz unter starkem Druck in Formen gepreßt. Derartige Magnete liefert die Firma „Venditor-Kunststoff-Verkaufsgesellschaft“ in Troisdorf bei Köln. Die Firma Telefonbau und Normalzeit hat auf der Leipziger Messe ein mit einem derartigen Magneten versehenes Nebenuhrwerk ausgestellt. Über den Vorteil, den die Uhrentechnik etwa aus der Verwendung solcher gepreßten Magnete ziehen könnte, ist noch nichts zu berichten. Sicher ist eines: Auch für diese Magnete mit unerhört hoher Remanenz (und noch unbekannter Koerzitivkraft) wird die Bedingung des guten Eisen schlusses gelten.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Verwendung von weichem, kohlearmem Eisen für die Elektromagnete und Anker der Nebenuhren nicht als ein Zwang gelten kann. Denn die remanenten Kräfte an den Luftspalten werden durch eine genügend lange Kontakt dauer ohne weiteres bei jedem Kontaktschluß vernichtet, und es ergibt sich weiter noch durch die Remanenz an den Ankerpolen ein erhöhtes Sperrmoment.

o) Die Isolation

Solange die Uhrenanlagen ausschließlich durch galvanische Batterien betrieben wurden, stellten sie reine Schwachstrom- oder Fernmeldeanlagen dar. Nachdem aber heute jede größere Anlage durch Akkumulatoren betrieben wird, ist sie nach den V.D.E.-Vorschriften dann als Starkstromanlage zu beurteilen, wenn nur eine Batterie angewandt wird, die während des Ladevorganges in leitender Verbindung mit einem Starkstromnetz steht, falls nicht ein besonderes Umformer-Aggregat in Anwendung kommt. Dem hat die Elektrozeit A.-G. schon im Jahre 1923 Rechnung getragen, indem sie *Spulenkörper und Klemmen der Nebenuhren nach den Vorschriften für Niederspannungsanlagen* gestaltete. Es ist sehr zu wünschen, daß alle herstellenden Firmen diesem Beispiel folgen werden. Denn Uhren mit Spulenköpfen aus Pappe und mit hölzernen Klemmklötzen sind bei Anwendung der Reihenschaltung verboten, sobald die Betriebsspannung

40 Volt übersteigt, was für jede größere Anlage zutrifft. Die Projektierung von Anlagen mit Reihenschaltung wie auch der von aus dem Netz über Akkumulatoren gespeisten hat somit die starkstromtechnische Ausstattung der Nebenuhren zur Voraussetzung.

p) Die Konstruktionen

AEG-Nebenuhren

Eine kleine Nebenuhr der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ist, wie die Abbildungen 47 und 48 zeigen, von ganz besonderer Art. Im engen Luftspalt eines kräftigen Dauermagneten schwingen

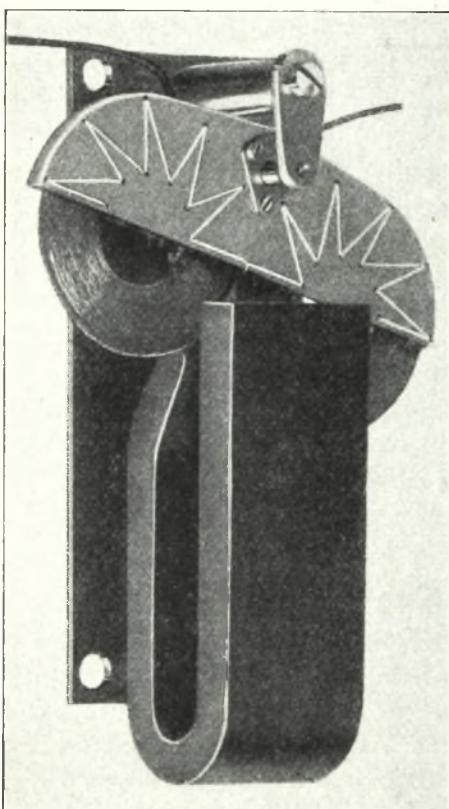


Abb. 47.
Kleine Nebenuhr der AEG, Rückansicht

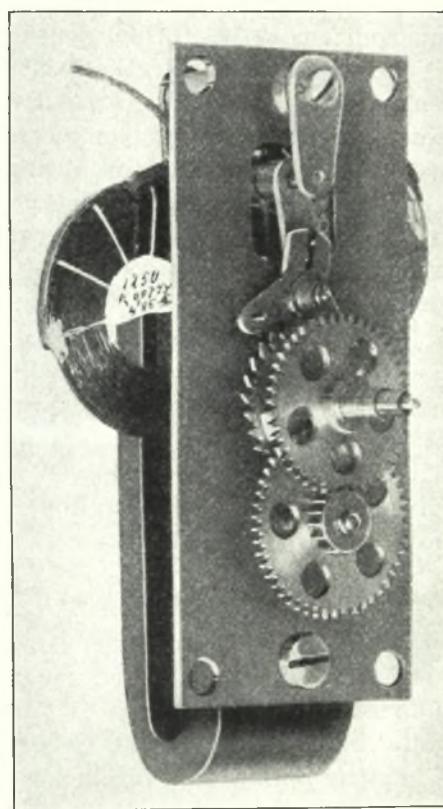


Abb. 48.
Kleine Nebenuhr der AEG, Vorderansicht

zwei eisenlose Spulen um einen gemeinsamen Drehpunkt, von denen je nach der in ihnen herrschenden Stromrichtung die eine von dem Feld des Magneten angezogen und die andere abgestoßen wird, so daß bei wechselnder Stromrichtung einmal die eine und das nächste Mal die andere in der Tiefstellung liegt. Nach Abbildung 48 ist mit der

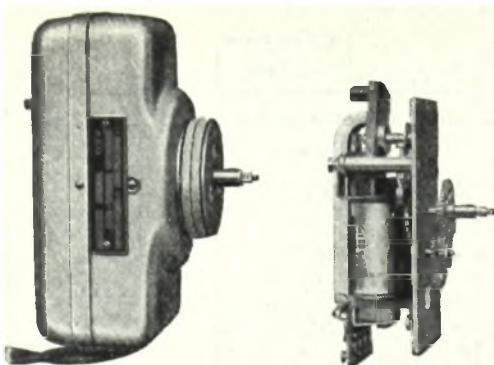


Abb. 49. Große Nebenuhr der AEG

der lotrechten Lage genau zu achten; das Gehäuse der Uhr muß unverrückbar fest auf der Wand befestigt werden. Der Verbrauch der Uhr beträgt nur 0,033 Watt.

Für größere Nebenuhren, Zifferblattdurchmesser von 50 bis 200 cm, verwendet die Firma Werke mit polarisiertem Schwinganker nach Abbildung 49, die für Durchmesser von 80 cm und darüber in Aluminiumgehäuse eingebaut sind. Selbstverständlich werden diese Werke für einseitige und auch für doppelseitige Uhren geliefert. Der Schwinganker macht einen Weg von 30 Grad; die Kraft wird vom Anker unmittelbar auf ein mit Sperrzähnen versehenes Schaltrad übertragen. Die Übertragungsglieder, zwei an dem Anker drehbar befestigte Hebel, wirken in genau gleicher Weise wie die nach Abbildung 87.

Heliowatt-Nebenuhren

Die Firma Aron-Elektrizitäts-Gesellschaft in Charlottenburg (jetzt Heliowatt-Werke) bauten früher Nebenuhrwerke mit kurzem Schwinganker nach den Abbildungen 50 und 51, deren Wirkungsweise im Abschnitt 3b beschrieben ist. Das Werk nach Abbildung 50 wurde für Zifferblattdurchmesser bis zu 100 cm, das nach Abbildung 51 bis zu 200 cm verwendet. Diese Uhren sind in vielen tausenden Exemplaren verbreitet gewesen; ihr Wattverbrauch ist infolge der großen Luftpalte ziemlich hoch, und die Dauermagnete bedürfen von Zeit zu Zeit der Nach-

Spulenachse ein Führungsstift verbunden, der in den Schlitz eines Ankerarmes eingreift und dadurch ein 30zähniges Schaltrad genau so fortschaltet wie in dem Werk nach Abbildung 42.

Dieses Nebenuhrwerk wird bis zu einem Zifferblattdurchmesser von 25 cm verwendet. Da im stromlosen Zustande auf den Anker kein magnetischer Anzug ausgeübt wird, so ist auf die Einhaltung

der lotrechten Lage genau zu achten; das Gehäuse der Uhr muß unverrückbar fest auf der Wand befestigt werden. Der Verbrauch

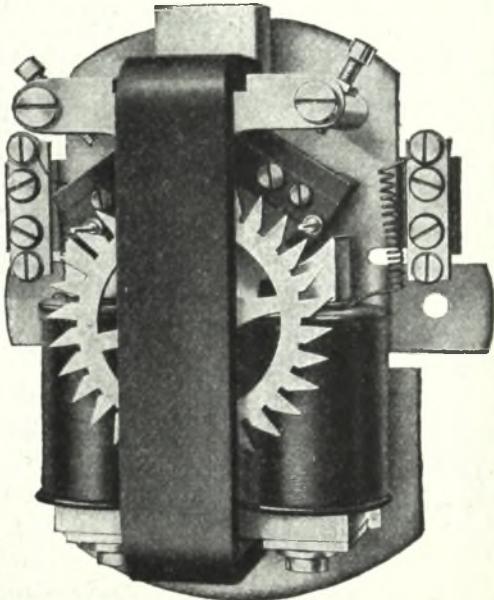


Abb. 50. Aron-Nebenuhr bis 100 cm Ø

magnetisierung (siehe Abschnitt 17).

Bohmeyer-Nebenuhren

Die Firma C. Bohmeyer K.-G. in Halle a. S. hat vor langen Jahren eine Nebenuhr mit einem einfachen Drehanker herausgebracht, wie sie in Abbildung 52 dargestellt ist. Der an dem Joch des Elektromagneten K_1 , K_2 befestigte Dauermagnet S polariert das Mittelteil des ausgedrehten Drehankers A , so daß seine Lappen 1—2 und 3—4 zum Mittelteil entgegengesetzte, aber unter sich gleiche Polarität annehmen. Die zwischen dem Anker und den Polschuhen P_1 und

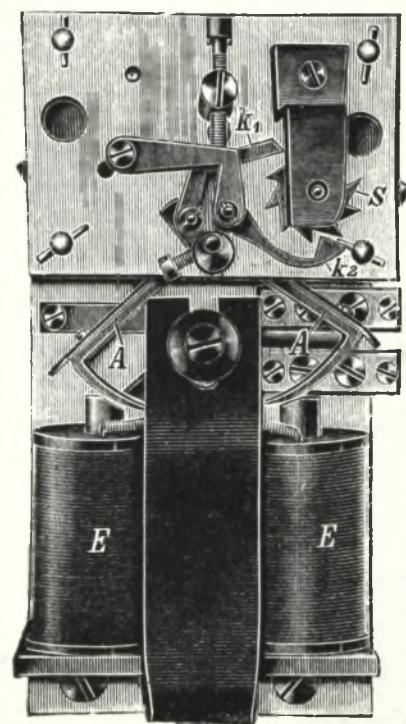


Abb. 51. Großes Aron - Nebenuhrwerk bis 200 cm Zifferblattdurchmesser

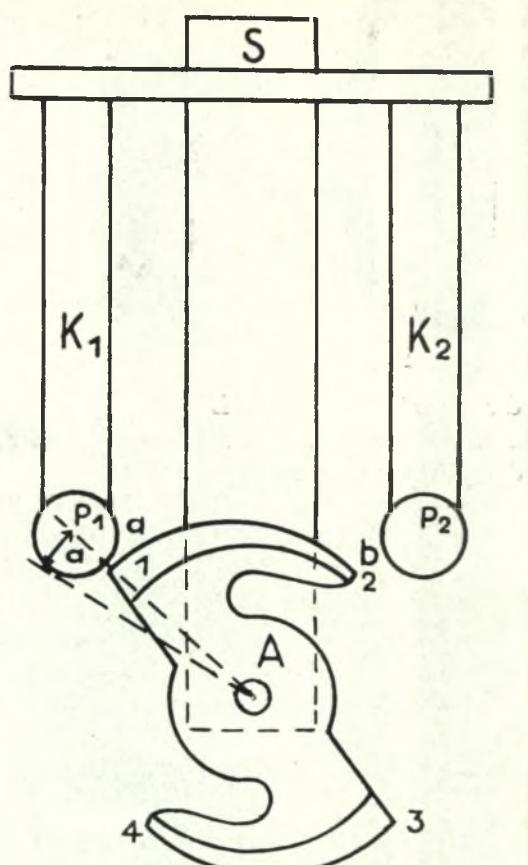


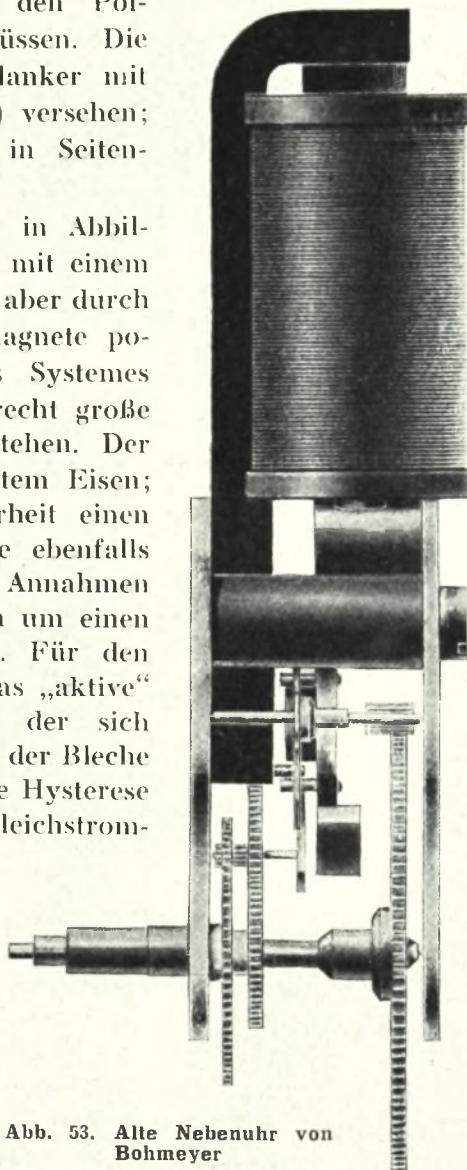
Abb. 52. Alte Bohmeyer-Nebenuhr

P_2 befindlichen Luftspalte a und b sind ungleich groß; in der gezeichneten Stellung ist a der kleinere, so daß der Anker in seiner Lage festgehalten wird; denn der dauer magnetische Fluß von dem unteren Magnetpol über den Anker A , den Luftspalt a , den Polschuh P_1 und den Kern K_1 zu S ist erheblich stärker als der Fluß über A_2 , b , P_2 und K_2 . Nach der Abbildung sind der Mittelteil von A süd- und die Lappen 1—2 sowie 3—4 nordpolarisiert, so daß an den Polschuhen P_1 , P_2 ein Südpol besteht. Wird nun ein Strom durch die (nicht gezeichneten) Spulen in solcher

Richtung geschickt, daß P_1 ein Süd- und P_2 ein Nordpol wird, so zieht P_2 den Ankerlappen 1—2 an, und P_1 stößt ihn ab; die linke Ecke des Ankers wird sich somit auf den Pol P_2 einstellen, indem der Anker sich um 90 Grad dreht.

Der kleine Winkel α kennzeichnet einen kleinflächigen Luftspalt, der außerdem noch durch die runde Form der Polschuhe vergrößert ist. Dem entspricht ein nicht sehr geringer Wattverbrauch für größere Zifferblattdurchmesser und die Gefahr der Selbstschwächung des Magneten, aus dem Grunde, weil die dauer-magnetischen Kraftlinien sich an den Polschuhen sehr zusammendrängen müssen. Die Uhr ist wie die Werke mit Doppelanker mit einer Fanggabel (siehe Abbildung 69) versehen; die Abbildung 53 zeigt das Werk in Seitenansicht.

Das neue Werk dieser Firma ist in Abbildung 54 gezeigt. Auch diese Uhr ist mit einem einfachen Drehanker ausgestattet, der aber durch zwei rechtwinklig gebogene Dauermagnete polarisiert ist. Die Polschuhe dieses Systemes sind verhältnismäßig breit, so daß recht große Eisenquerschnitte am Luftspalt bestehen. Der Elektromagnet besteht aus lamelliertem Eisen; die Firma schreibt dieser Besonderheit einen geringen Energieverbrauch und eine ebenfalls geringe Selbstinduktion zu. Beide Annahmen sind jedoch irrtümliche, weil es sich um einen Gleichstrombetrieb handelt. Für den Wirkungsgrad maßgeblich ist nur das „aktive“ Eisen, also derjenige Querschnitt, der sich nach Abzug des Zunders oder Papiers der Bleche ergibt, und durch Wirbelströme sowie Hysterese entstehende Eisenverluste treten im Gleichstrombetrieb nicht auf. Wohl aber wird der remanente Magnetismus etwas herabgedrückt, wenn gutes Transformatorenblech verwendet wird, und dadurch wird das Sperrmoment (siehe Abschnitt 3f) geschwächt, was bei Uhren mit einfacher Anziehung und Abstoßung des Ankers von Bedeutung werden kann. Die Abb. 53. Alte Nebenuhr von Bohmeyer



aber folgt der Formel

$$Q = \pm \frac{\Phi w}{10^8 R},$$

in welcher Q die erzeugte Elektrizitätsmenge, Φ die von dem primären Strom erzeugte gesamte Kraftlinienzahl, w die Windungszahl und R der Widerstand ist. Die Selbstinduktion wird mithin durch eine Blätterung des Eisens nicht beeinflußt. Dies festzustellen, ist für die Beurteilung von Nebenuhren nicht ohne Bedeutung.

Die Firma baut ihre neuen Werke in vier Größen und nach ihrer Angabe mit einem Energiebedarf von

Zifferblattgröße bis 30 cm = 0,12 Watt

30 bis 80 cm = 0,18 Watt

80 bis 110 cm = 0,22 Watt

110 bis 150 cm = 0,30 Watt.

Eine Fanggabel sperrt den Anker gegen Vor- und Rücklauf.

Magneta-Nebenuhren

Die Firma Paul Firchow Nachfg. Landis & Gyr in Berlin baut als Nachfolgerin der früheren Magneta-Gesellschaft besondere, auf den von der Hauptuhr gelieferten kurzeitigen Induktionsstromstoß eingestellte Nebenuhren nach Abbildung 55. Die Wirkungsweise dieser Uhr ist genau die gleiche wie die des Schwingankersystems mit kurzem Anker nach Abbildung 42. Der sehr leichte doppelarmige Anker A wird durch den Magneten M vormagnetisiert; sein Schaltwinkel beträgt 4 bis 5 Grad. Er betätigt einen Schaltanker, dessen zwei Stifte abwechselnd in ein steigradähnliches Schaltrad eingreifen. Das Drehmoment dieser Uhr beträgt bei Regelspannung nur wenige Zentimetergramm; deshalb sind die Zeiger außerordentlich

leicht und genau abgewogen (Gewicht beider Zeiger zusammen bei 22 cm Zifferblatt 2,4 g). Die Abbildung 56 gibt eine perspektivische Ansicht des Werkes.

Die Magneta-Uhren arbeiten unter anderen Bedingungen als die durch Batteriestrom betriebenen Uhren, und daher müssen sie auch nach anderen Richtlinien beurteilt werden. Die grundlegenden Unterschiede gegenüber dem normalen System bestehen in der sehr kurzen Kontaktzeit von rund 0,05 Sekunden und in der von der Hauptuhr abge-

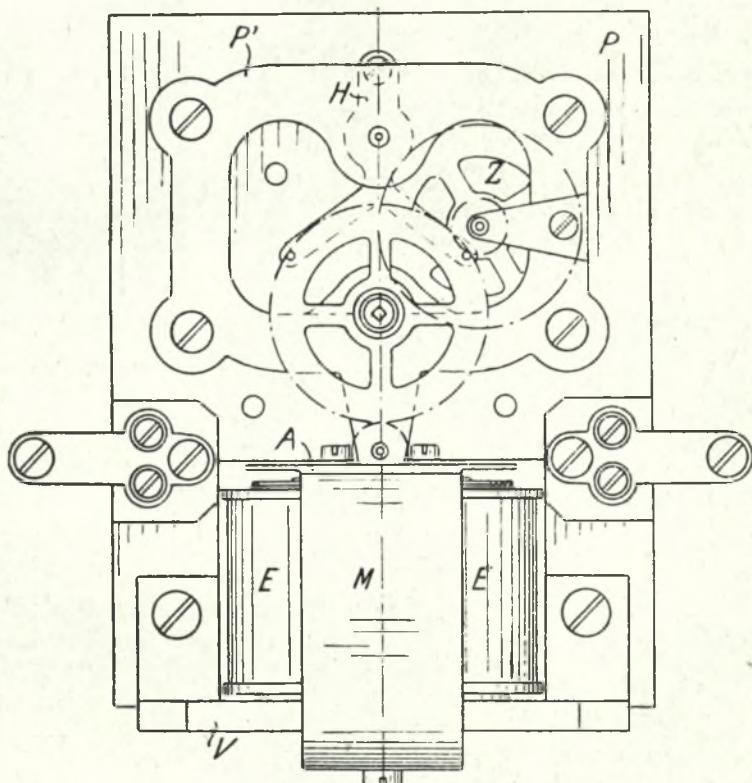


Abb. 55. Magneta-Nebenuhr

gebenen geringen Stromstärke, aber von hoher Spannung. Somit ist erstens ein sehr leichter Anker mit kleinster Schaltkonstante und zweitens die Serienschaltung der Nebenuhren die gegebene Voraussetzung.

In bezug auf die Betriebssicherheit sind vergleichende Untersuchungen zwischen dem Induktor- und dem Batteriesystem nach verschiedenen Richtungen durchzuführen. Eine Betriebsunsicherheit wird in Magneta-Anlagen dann stets eintreten, wenn der Induktor der Hauptuhr überlastet ist, wenn ihm zu viele oder zu große Nebenuhren zugeschaltet sind. Diesen Fehler hat die frühere

Magneta-Gesellschaft leider wiederholt begangen.

Andererseits steht es fest, daß eine sehr große Anzahl von Magneta-Anlagen viele Jahrzehnte lang einwandfrei gearbeitet haben. Der wesentliche Vorteil dieses kontaktlosen Systemes ist neben dem Fortfall der Batterie- und Kontaktwartung das Gleichbleiben der von der Hauptuhr gelieferten Energie. Ist die Lieferung der Energie zu dem Verbrauch der Nebenuhren in ein betriebssicheres Verhältnis gebracht, so sind die Störungsmöglichkeiten dieser Anlagen sehr geringe. Aber immer wieder muß darauf hingewiesen werden: Lieber zwei Nebenuhren weniger einschalten als eine zuviel! Übrigens wäre das Drehmoment der Uhren durch den Halbminutenbetrieb auf den doppelten Wert zu bringen, weil dadurch die Übersetzung sich auf den doppelten Wert erhöht.

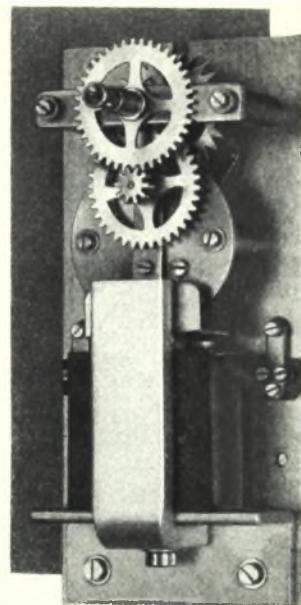


Abb. 56. Magneta-Uhr.
Paul Firchow Nachf.

Hippsche Nebenuhren

In Abbildung 57 ist das von Hipp in Neuchâtel erfundene Stromwechselsystem dargestellt, welches für alle Schwinganker-Systeme als bahnbrechend gelten kann.

Der eigenartig geformte Anker macht einen Schaltweg von 60 Grad. Die Abbildung 58 zeigt ein Hippsches Werk, das vierzig Jahre lang einwandfrei seinen Dienst getan hat und wegen „Altersschwäche“ des Gehäuses (!) ausgebaut wurde. Man sieht, daß die Kraftübertragung zu den Zeigern mittels einer Spindel erfolgt.

Sehr bemerkenswert ist der geschmiedete S-förmige Dauer-magnet. Vor rund 55 Jahren konnte man keine

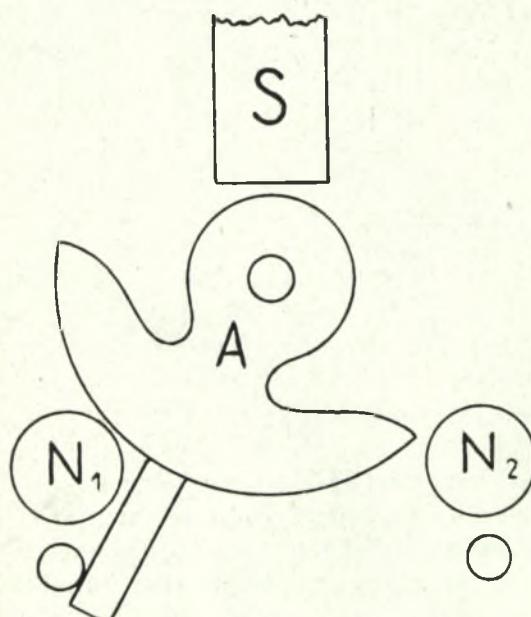


Abb. 57. Hippsches Schwingankersystem

legierten Stähle; dieser Magnet besteht vielmehr bestimmt aus gewöhnlichem Stahl. Da er aber nach vierzigjähriger Betriebszeit noch eine durchaus genügende Kraftlinienzahl über den Anker sandte (das Drehmoment dieses Werkes habe ich nach dem Ausbau zu 93 emg festgestellt; der Zifferblattdurchmesser betrug 50 cm), so ist wohl diese

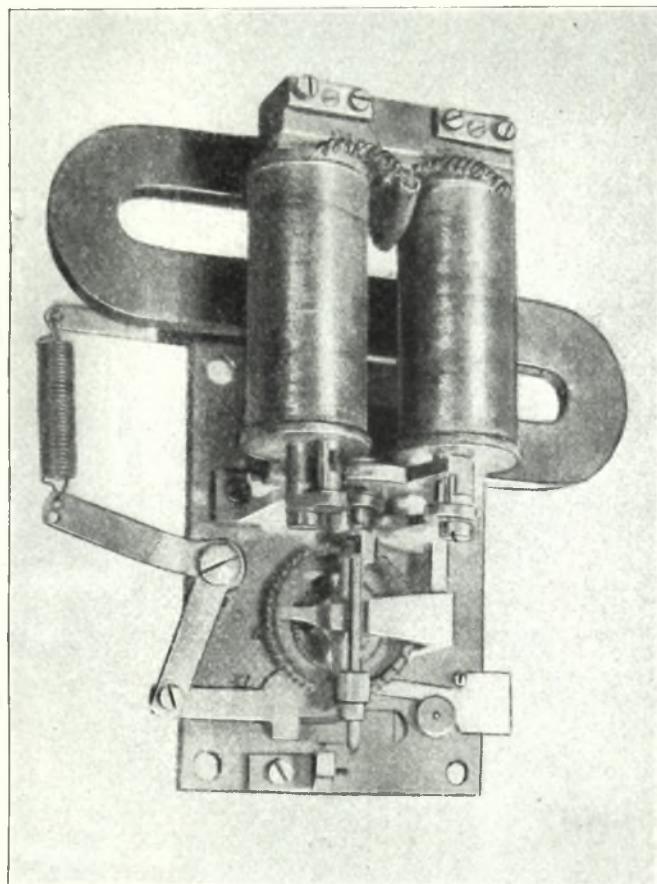


Abb. 56. Hipp'sche Nebenuhr

Uhr ein schlagender Beweis für meine im Abschnitt 3n aufgestellte Behauptung, daß für Nebenuhren-Magnete der legierte Stahl entbehrlich ist.

Nebenuhren von Mix & Genest

Eine nur wenige Jahre hergestellte Nebenuhr der Firma Mix & Genest A.-G. in Berlin ist in Abbildung 59 dargestellt, Sie ist dem Grau-Wagner-System nachgebildet und wegen ihrer sehr gedrängten Bauart sowie einer abgeschnittenen halben Polbreite des Magneten bemerkenswert.

Eine ganz billige Nebenuhr (nach Schönberg)

Die billigste Konstruktion aller Nebenuhren mit Drehanker hat wohl G. Schönberg in Lorsbach geschaffen, wie Abbildung 60 es zeigt. Auf dem (gestanzt gedachten) Elektromagneteisen 1 ist ein gerader, aus Flachstahl hergestellter Dauermagnet 2 befestigt, der durch ausgestanzte Anschläge einer unmagnetischen Brücke vor dem Verdrehen geschützt ist. Folgerichtig kann der Anker nur einteilig sein. Für Zifferblattdurchmesser bis zu 30 cm ist dieses billig herzustellende Werk sehr gut geeignet. Die Konstruktion wurde 1927 unter Gebrauchsmusterschutz gestellt.

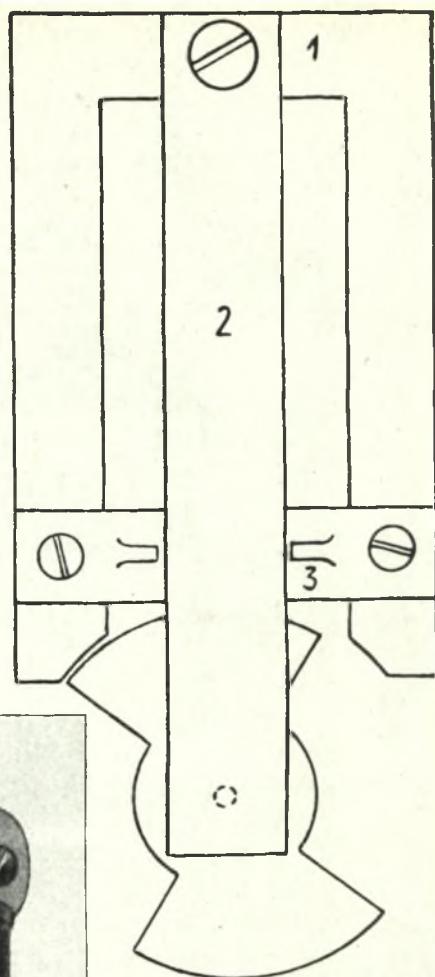


Abb. 60. Drehanker - Nebenuhr nach Schönberg

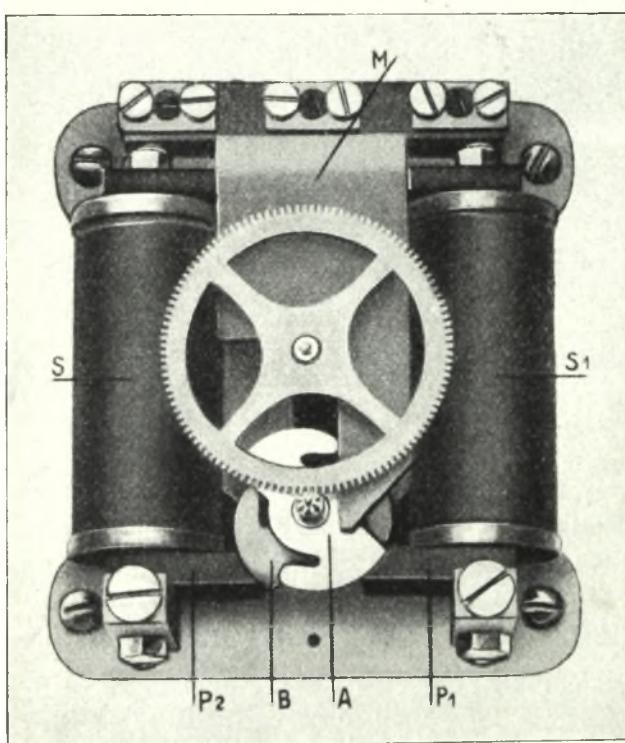


Abb. 59. Doppelanker-Nebenuhr von Mix & Genest

Siemens-Nebenuhren

Die Nebenuhrensysteme der Firma Siemens & Halske A.-G. in Berlin sind in den Abbildungen 61 und 62 dargestellt. An dem Schwinganker-System nach Abbildung 61 ist besonders die Übertragungsanordnung vom Anker zum Minutenrade bemerkens-

wert, die durch ein eigenartiges Klinkenpaar erfolgt. Dieses ist Abb. 16 links besonders abgebildet. Dieses kräftige Werk wird in zwei Größen, nämlich für Zifferblattdurchmesser von 40 bis 80 cm und von 100 bis 150 cm, gebaut. Die

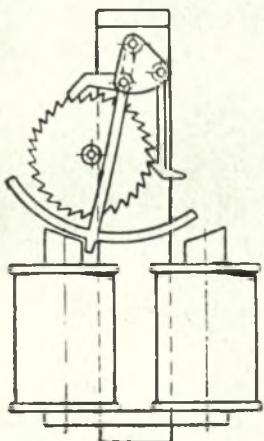


Abb. 61.
Schwingankersystem
von Siemens & Halske

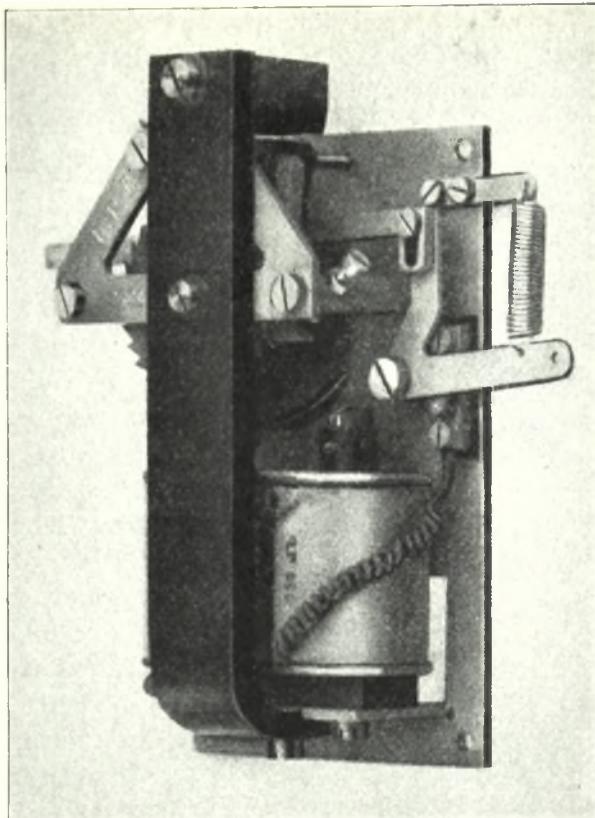


Abb. 62.
Großes Schwingankerwerk von Siemens & Halske

Abbildung 62 zeigt das große Werk der Firma; es ist mit einer besonderen Nachstellvorrichtung versehen, die für wasserdichte Uhren sehr vorteilhaft sein kann.

Das System des kleinen Drehankerwerkes für Zifferblattdurchmesser bis zu 20 cm zeigt die Abbildung 63. Der zweiteilige (neuerdings dreiteilige) Drehanker arbeitet ohne Fanggabel, so daß das Werk ge-

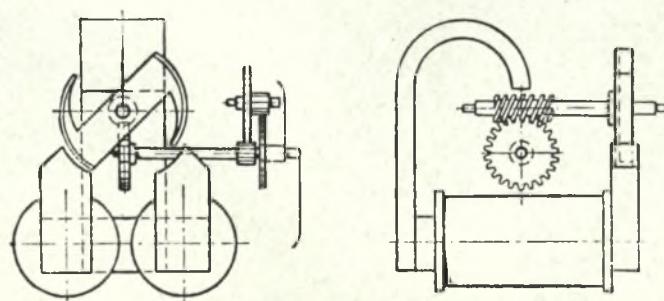


Abb. 63. Drehankersystem von Siemens & Halske

räuschlos arbeitet und die mit ihm versehenen Uhren für Wohn- und Schlafzimmer besonders geeignet sind. Die Ankerwelle ist zu einer Schnecke ausgebildet, die in das Minutenrad eingreift. Dieser Eingriff läßt eine Zeigerfehlschaltung durch äußere mechanische Kräfte nicht zu, so daß sich eine besondere Sperrung erübrigt.

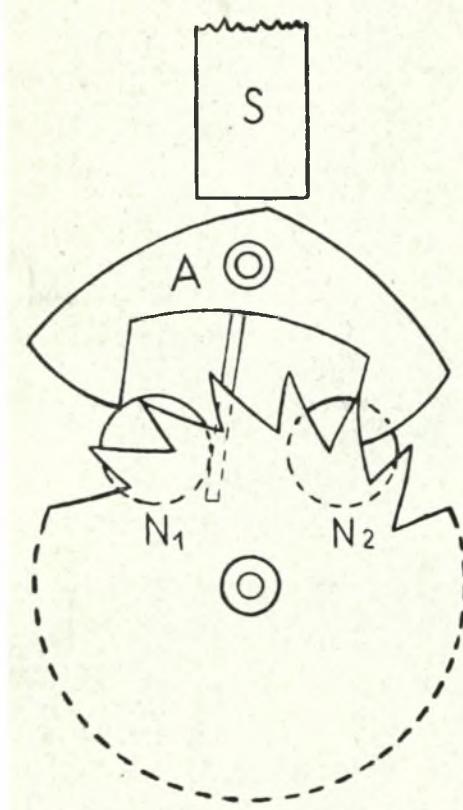


Abb. 64. Stöhrer-Nebenuhr

Stöhrer-Nebenuhr

Das Schwingankersystem von Stöhrer, das dem Mechaniker Hipp als Vorbild gedient haben mag, stellt die erste brauchbare polarisierte Nebenuhr dar; die Abbildung 64 zeigt dieses System. Der Eisenanker A schwingt vor den Polen N_1 , N_2 eines Elektromagneten, der, wie heute noch üblich, mit dem einen Pol eines Dauermagneten verbunden ist, während der zweite Pol freischwebend über dem Anker steht, so daß Anker und Pole vor-magnetisiert werden. Stöhrer ist also derjenige, der das Schwingankersystem erfand. Hätte er den Anker zwischen anstatt vor den Polen schwingen lassen, so wäre eine große elektromagnetische Streuung vermieden worden, und der Schaltweg, der nur rund 25 Grad beträgt, würde erheblich größer ausgefallen sein.

Nebenuhren von Telefonbau und Normalzeit

Die Nebenuhren der Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. in Frankfurt a. M. unterscheiden sich in zwei Bauarten; ein drittes geräuschloses Werk ist im Abschnitt 11 beschrieben. Das Werk nach Abbildung 65 ist hergestellt nach der Konstruktion von G. Schönberg (Abbildung 60), wie der Augenschein lehrt; es wird mit einer Schutzkappe aus Isoliermaterial hergestellt. Anschlußklemmen und Spulen entsprechen den V.D.E.-Vorschriften für Niederspannung. Der Verbrauch des Werkes beträgt 0,2 Watt; es findet für Zifferblatt-durchmesser von 20 bis 50 cm Verwendung.

Das Nebenuhrwerk nach Abbildung 66 ist dem Grau-Wagner-System nachgebildet, es hat abgerundet die gleichen technischen Daten der

Uhren der Firma Wagner. Spulen und Anschlußklemmen entsprechen auch bei diesem Werk den V.D.E.-Vorschriften; die Regelspannung ist bei allen Werken der Firma angegeben. Das in verschiedenen Größen gebaute Werk ist verwendbar bis zu 200 cm Zifferblattdurchmesser.

Wagner-Nebenuhren

Die Nebenuhren der Firma C. Th. Wagner A.-G. in Wiesbaden sind die ältesten Uhren mit Drehanker. Sie haben sich so gut bewährt und

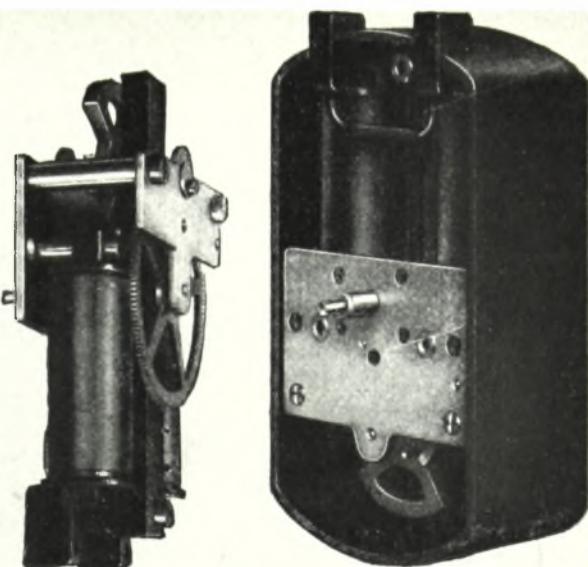


Abb. 65. Nebenuhrwerk mit einfacherem Drehanker
(Telefonbau und Normalzeit)

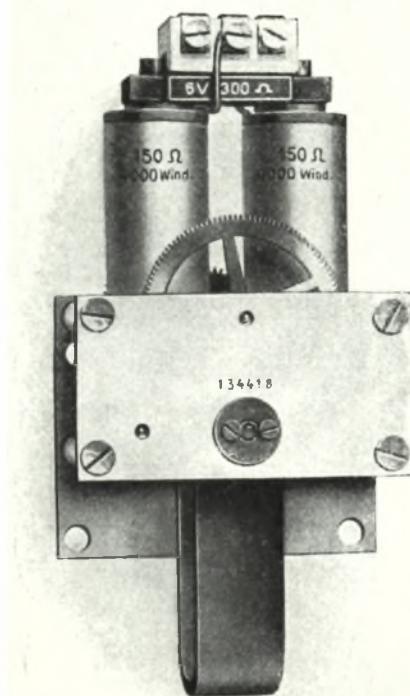


Abb. 66. Nebenuhrwerk mit doppeltem Drehanker (Telefonbau und Normalzeit)

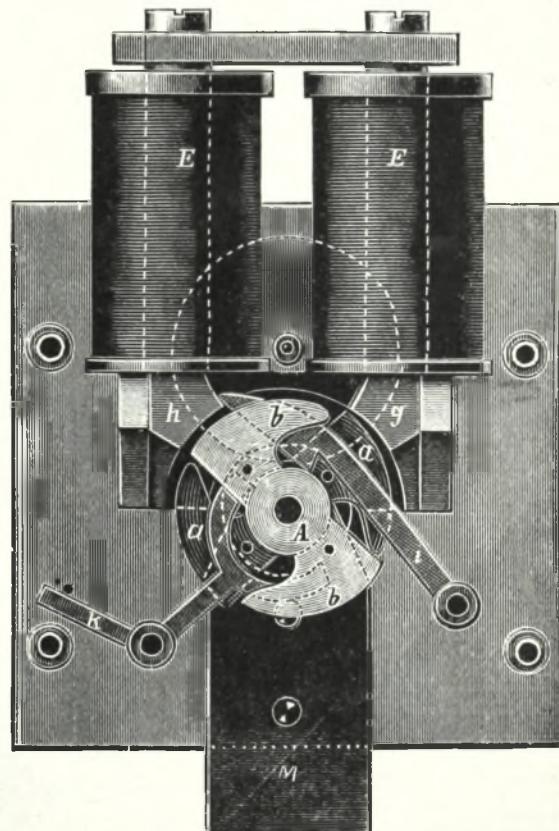


Abb. 67. Wagner-Nebenuhr, Vorderansicht

sind stets in so guter Ausführung geliefert worden, daß sie in Eisenbahn-, städtischen und industriellen Uhrenanlagen des In- und Auslandes eine sehr große Verbreitung fanden. Einer Aufforderung der Eisenbahn-Direktion Frankfurt a. M. folgend, habe ich im Jahre 1923 im Hauptbahnhof Frankfurt a. M. mehrere Außenuhren von 1,80 cm Zifferblattdurchmesser untersucht, die nachweislich seit dem Jahre 1886,

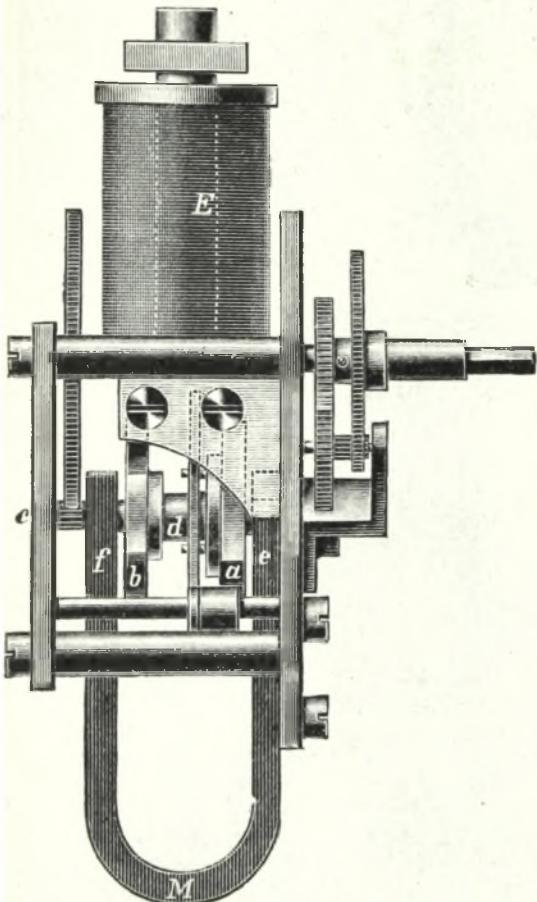


Abb. 68. Wagner - Nebenuhr, Seitenansicht

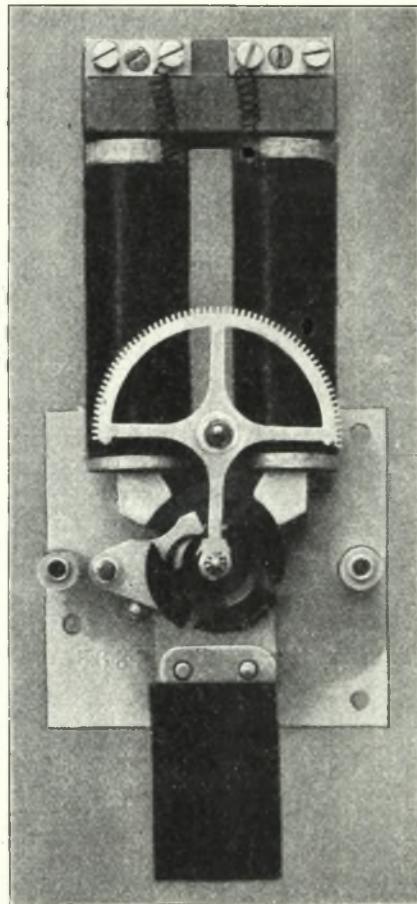


Abb. 69.
Einheitswerke von C. Th. Wagner

dem Jahr der Inbetriebsetzung der Anlage, weder repariert noch geölt waren. Ich fand die Uhren völlig trocken laufend; sie sprangen durchaus normal. Solche Leistungen deutscher Technik muß man anerkennen!

Das Prinzip der Wagnerschen Nebenuhren ist im Abschnitt 3c behandelt. Die Abbildungen 67 und 68 zeigen ein größeres Werk in Vorder- und Seitenansicht, das mit zwei Fanghebeln und besonderen,

angeschraubten Polschuhen versehen ist. In Abbildung 69 ist das Einheitswerk der Firma mit abgenommener Oberplatine sowie abgebrochenem Minutenrad und Magnetmaul dargestellt, wodurch die Einzelteile (Polschuhe, Anker, Fanggabel) gut erkennbar werden.

Die Werke der Firma sind in neun Größen derartig abgestuft, daß für jede Zifferblattgröße sehr hohe Drehmomente an der Zeigerachse entstehen; sie beginnen mit rund 30 cmg für Blätter von 7 bis 18 cm Durchmesser und enden mit 6200 cmg für Blätter bis 3 m Durchmesser. Die Anlaufspannung aller Werkgrößen liegt zwischen 23 und 35 Prozent der Regelspannung.

Bürk-Nebenuhren

Die Nebenuhrwerke der Württembergischen Uhrenfabrik Bürk Söhne in Schwenningen a. N. entsprechen den Systemen Grau-Wagner. Ihre technischen Eigenschaften sind ohne wesentliche Unterschiede denen

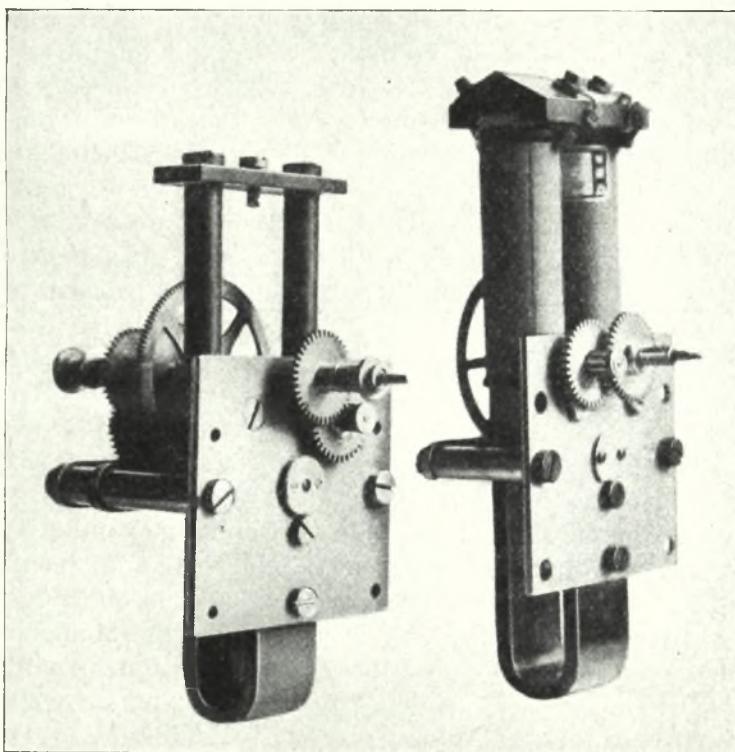


Abb. 70. Nebenuhr der Württembergischen Uhrenfabrik Bürk Söhne

der Uhren der Firma Wagner gleich; jedoch stellt die Firma eine geringere Zahl der Werkgrößen her. Die Abbildung 70 veranschaulicht das Einheitswerk dieser Firma.

4. Stromwechsel-Nebenuhren mit umlaufenden permanenten Magneten

a) Das System

Im Abschnitt 3n ist über die fast unmöglich erscheinende hohe Remanenz der neuen Stahl-Aluminium-Nickel-Legierung („Al-Ni“-Stahl) berichtet worden, die dieses Metall ganz besonders für die Herstellung von Dauermagneten geeignet macht. Eine andere als die im erwähnten Abschnitt geschilderte Herstellungsart ist die des Gießens von Formstücken. Da nun das Metall nur durch Schleifen bearbeitet werden kann, so müssen die Gußstücke eine einfache und für das Schleifen geeignete Form besitzen. Diesen Eigenschaften des „Al-Ni“-Stahles haben sich bereits zwei Konstrukteure angepaßt, indem sie ein

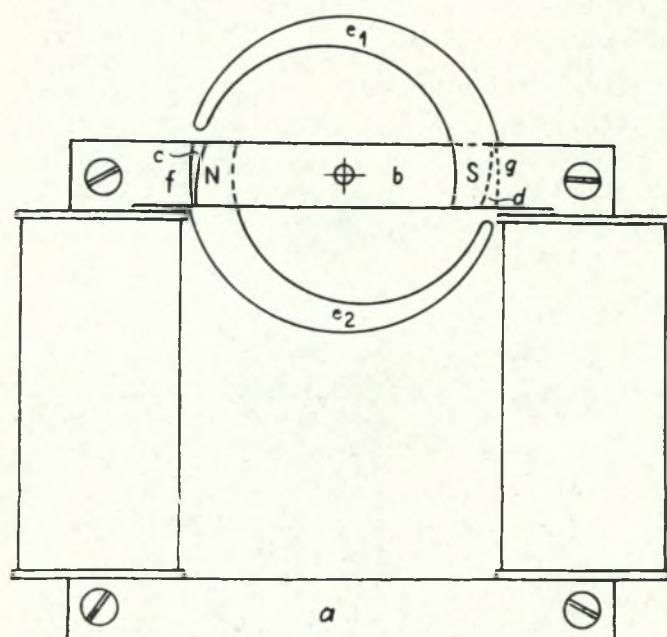


Abb. 71. Nebenuhrensystem mit permanentem Drehanker

neues polarisiertes Nebenuhrsystem schufen, das den besonderen Dauermagneten dadurch entbehrlich macht, daß der Anker selbst als umlaufender Dauermaagnet zur Anwendung kommt. Das neue System ist in Abbildung 71 veranschaulicht. Ein aus massivem oder lamellierte Eisen mit einer oder zwei Spulen bestehender Elektromagnet α schließt den Kraftlinienfluß eines aus Al-Ni-Stahl bestehenden Ankers b über die Luftspalte c und d . Zu beiden Seiten ist ein Weicheisenbügel e_1 , e_2 an den Polschuhen f und g angebracht, das jeweils zum Gegenpol des Ankers geführt ist, und dessen Querschnitt sich verjüngt. Liegt der Nordpol des Ankers wie in der Abbildung links, so wird der Polschuh f süd- und der Polschuh g nordpolarisiert. Schickt

man nun einen Strom durch die Spulen, so daß f zum Nord- und g zum Südpol wird, so wird der Ankerarm N von f abgestoßen und über das Bügelpaar e_1 von g angezogen; ebenfalls stößt der Polschuh g die Ankerhälfte S ab, und der Polschuh f zieht ihn über das Bügelpaar e_2 an; der Anker macht eine Drehbewegung von 180 Grad.

Dieses neue System ist sehr viel einfacher und billiger als die bisher üblichen und gut bewährten Systeme. Es ist aber auch, wie eine Untersuchung ergeben hat, durchaus leistungsfähig; es wird noch weitere konstruktive Durchbildungen erfahren und dadurch voraussichtlich in starken Wettbewerb mit den älteren Systemen treten.

In erster Linie ist festzustellen, daß der Eisenweg des Ankers außerordentlich gut geschlossen ist und der Schluß durch eine sorgfältige Herstellung auf ungewöhnlich hohe Werte gebracht werden kann; denn der Kraftlinienfluß findet nicht nur über das Joch des Elektromagneten, sondern auch über die vier Bügel statt. Somit ist Gewähr für das Gleichbleiben des dauer-magnetischen Flusses und damit des Drehmomentes sowie der Überspannungsgrenze gegeben.

Ich habe versucht, im Rahmen einer kurzzeitigen Untersuchung mir ein Urteil über die Koerzitivkraft des Materials zu bilden. Ich habe das Drehmoment bei Regelspannung festgestellt, dann den Anker aus 2 m Höhe zehnmal auf den Fußboden fallen lassen, ihn zehn Minuten lang mit einem Holzhammer auf dem Amboß bearbeitet und das Drehmoment wieder festgestellt; es war unverändert. Sodann habe ich den Anker dreißig Minuten lang in kochendes Wasser gelegt, ihn also auf etwa 80° erwärmt; auch diese Probe hat das Drehmoment nicht geschwächt. Schwerste Erschütterungen und mäßige Wärme beeinflussen also die augenblickliche Koerzitivkraft nicht. Ob sie nun auch bei Ummagnetisierungen und im langjährigen Betrieb gleich bleibt, müßte durch Dauerversuche festgestellt werden.

Die technischen Eigenschaften von zwei Werken verschiedener Konstruktion dieses Systems sind bis auf eine, allerdings wichtige Eigenschaft, sehr gute, wie nachstehend angegeben ist.

Werk	Zifferblatt-durchmesser cm	Watt-verbrauch	Dreh-moment emg	Anlauf-spamung	Über-spannung %	Sperr-moment emg
I	80	0,176	410	60	500 u. mehr	2480
II	80	0,25	537	50	500 u. mehr	2255

Bei den Drehmomenten von 410 bzw. 537 emg können diese Werke bei der üblichen Verwendung von Schutzscheiben unter Einhaltung einer hohen Betriebssicherheit für Zifferblattdurchmesser bis zu 125 cm verwendet werden. Die Überspannungsgrenze ist so hoch, daß ich ihren Wert gar nicht feststellte; bei der sechsfachen Regelspannung springen

die Uhren noch mit stark erhöhtem Drehmoment. Das Sperrmoment hat einen von keinem anderen System erreichten hohen Wert; in Verbindung mit dem doppelten Ankerweg von 180 Grad gegenüber den Uhren mit Drehanker alter Art ist dieses System auch geeignet, große Zifferblätter ohne Verwendung von Schutzscheiben zu betreiben, also hohe Anschaffungskosten zu ersparen.

Die Anlaufspannung von 60 und 50 Prozent der Regelspannung ist dagegen für ein gutes Werk zu hoch; erfahrene Techniker werden vielleicht doch solche Uhren nicht in ihre Netze nehmen, weil dadurch die Netz-Überlastungsgrenze stark verschlechtert wird. So lässt beispielsweise der Vorstand der Schwachstromabteilung eines der größten deutschen Industriekonzerne keine Nebenuhr mit einer Anlaufspannung von über 30 Prozent zu. Aber dieser einzige Mangel des neuen Systems lässt sich wohl ohne weiteres noch beheben, wie auch der Wattverbrauch noch weiter gesenkt werden kann.

b) Die Konstruktionen

Die neue Uhr der Heliowatt Werke A. G. in Charlottenburg ist in der Abbildung 72 dargestellt. Der Drehanker besteht aus einem einfachen, geraden Al-Ni-Stahlstück von rechteckigem Querschnitt, auf dessen Achse ein die Kraft zur Zeigerachse übertragendes Trieb sowie eine mit zwei Stiften versehene Scheibe sitzt, deren Stifte auf eine Fanggabel einwirken. Das Werk besitzt nur eine auf das Joch des Elektromagneten aufgebrachte Spule; der Elektromagnet ist aus Stanzblechen zusammengesetzt. Die Konstruktion ist außerordentlich einfach, das ganze Werk ist von geradezu „massiger“ Ausführung.

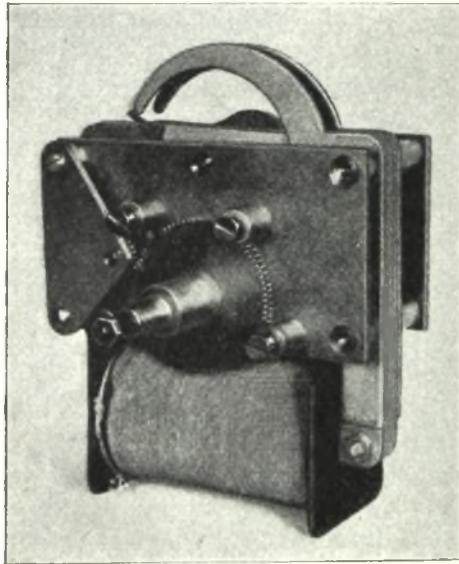


Abb. 72. Nebenuhr der Heliowattwerke

Die Nebenuhr nach dem gleichen System der Gebrüder Jungmann A.-G. in Schramberg in Verwendung für „Ato“-Uhrenanlagen zeigt die Abbildung 73. Diese Uhr ist mit einem kreisrunden Drehanker aus Al-Ni-Stahl versehen, der quer magnetisiert ist. Sie ist für den Halbminutenbetrieb gebaut; die Ankerachse trägt eine Scheibe mit zwei kurvenförmigen Einschnitten, in die der Stift eines Sperrarmes eingreift, der den Anker gegen Rücklauf schützt. Der Elektromagnet und seine beiden Polschuhe bestehen aus

massivem Eisen; auf seinen Kernen sind die üblichen zwei Spulen angebracht. Die Spulen sind durch einen hochohmigen und induktionsfreien Widerstand überbrückt, welcher der Energie der Selbstinduktion einen bequemen Weg zum Ausgleich bietet. Bei Werken für Doppeluhren werden zwei Kronräder angewandt, so daß die Angaben der

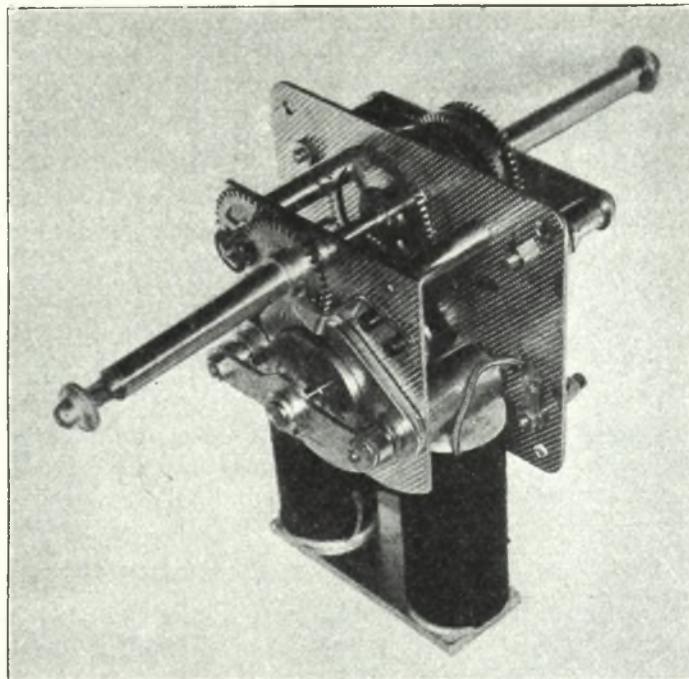


Abb. 73. Nebenuhren von Junghans

beiden Blätter infolge der geringen Zahnluft genau übereinstimmen. Auch dieses Werk ist sehr kräftig; das neue System erübriggt einen erheblichen Teil feinmechanischer Arbeit.

5. Die Kraftübertragung zur Minutenachse

Hinsichtlich der Kraftübertragung von dem Anker auf das Räderwerk unterscheiden sich die verschiedenen in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Konstruktionen durch die Verwendung von Ankerstiften (vgl. Abb. 50), Klinkenanordnungen (vgl. Abb. 61), Schnecke (vgl. Abb. 62) und Trieb (vgl. Abb. 69).

Die Ankerstifte lassen während der Fortschaltung einen kurzen leeren Weg frei, so daß bei langsamer Fortschaltung (schwacher Spannung) und bei mangelhaft abgeglichenen Zeigern ein „Durchrutschen“ um eine oder mehrere Minuten keine Seltenheit ist.

Die Mehrzahl der verschiedenen Klinkenanordnungen oder Schubvorrichtungen arbeiten bei Anwendung für kleinere

Zifferblätter einwandfrei. Sobald aber lange und schwere Zeiger zu betreiben sind (allgemein von 50 cm aufwärts), tritt nach längerem Betrieb ein offensichtlicher Verschleiß der Klinken und ihrer verstellbaren Begrenzungen ein, der sich in einem mehr oder weniger starken Schwanken des Minutenzeigers nach dem Springen und im ungenauer Zeitangabe äußert. Mir haben solche Werke zur Instandsetzung vorgelegen, deren Zeiger nach jedem Stromstoß um mehr als zwei Minuten schwankten, und in einem Industriewerk habe ich eine mehrseitige Außenuhr mit Schwinganker beobachtet, deren nach der Straßenseite gelegenes Blatt ein Zeigerschwanken von mehr als drei Minuten zeigte.

Demgegenüber habe ich einen merklichen Verschleiß des Eingriffes zwischen Anker und Minutenrad der Drehanker-Uhren und damit ein ungewöhnlich großes Zeigerschwanken niemals feststellen können, auch nicht an Uhren, die vierzig Jahre im Netz gelegen waren. Daraufhin habe ich auch die wohl größte Nebenuhr mit unmittelbarem Ankerantrieb in Deutschland, die Uhr an der Frontseite des Bremer Hauptbahnhofes mit 2,80 m Durchmesser, beobachtet. Auch sie zeigte nach langen Betriebsjahren ein durchaus regelmäßiges Springen. Übrigens lehrt auch die Mechanik, daß eine stoßende oder schiebende Bewegung mehr Abnutzung hervorruft als eine drehende, und so muß die Übertragung durch Trieb und Rad als vorteilhafter gelten.

6. Zeiger, Zifferblatt und Drehmoment

Von dem Durchmesser des Zifferblattes und dem Gewicht der Zeiger wie ihrer Länge ist das erforderliche Drehmoment abhängig, das allminutlich die Zeiger aus der Ruhe in die Bewegung bringen muß. So mit sind das Gewicht, die Länge und der Werkstoff der Zeiger erhebliche Faktoren der Drehmoment-Bestimmung und damit der Werkgröße.

Ebenso müssen die Zeiger der Nebenuhren abgleichen sein, um das erforderliche Drehmoment für alle Zeigerstellungen zu einem gleichmäßigen zu machen. Der Zeiger soll einerseits ein möglichst geringes Gewicht haben, andererseits darf er nicht so schwach sein, daß er durch das Fortschalten in „zitternde“ Bewegungen gerät. Auch soll der gewichtausgleichende „Schwanz“ möglichst kurz sein, und schließlich soll der Zeiger eine schöne Form haben. Man hat oft sehr dünne Zeiger dadurch fester gemacht, daß man ihnen eine scharf begrenzte Längsrille gab. Solche Zeiger machen einen schlechten Eindruck; ein schöner Zeiger soll leicht gewölbt sein. Genügend starke und schön gewölbte Zeiger ergeben sich durch Verwendung von Aluminiumblechen den Stärken 0,40 mm bis zu 80 cm, 0,60 mm bis zu 120 cm, 0,90 mm bis zu 250 cm Zifferblattdurchmesser.

Benutzt man die neuen Aluminiumlegierungen, so lassen sich Materialstärke und Gewicht noch weiter ermäßigen.

Die an der Zeigerachse erforderliche Kraft muß aus Gründen der Betriebssicherheit erheblich größer sein, als sie zum Fortschalten neuer Uhren benötigt wird. Eine sehr große Meßreihe an den verschiedensten Fabrikaten unter Berücksichtigung der durch vieljährige Betriebszeiten erwiesenen Betriebssicherheit hat folgende Werte der erforderlichen Drehmomente für die verschiedenen Zifferblattdurchmesser einseitiger Uhren ergeben:

Zifferblattdurchmesser cm	Erforderliches Drehmoment emg
bis 15	25
bis 35	70
bis 50	145
bis 80	250
bis 125	450
bis 150	1000
bis 200	2000
bis 250	4000

Für Doppeluhren sollte das für einseitige Uhren erforderliche nächstgrößere Werk verwendet werden. Diese Zusammenstellung gilt für glasabgedeckte Zifferblätter.

Für Uhren im Freien ohne Schutzscheibe verweise man bis zu 50 cm Zifferblattgröße die gleichen Werke wie für Doppeluhren. Für größere Zifferblätter bis zu 125 cm sollte das um zwei Stufen größere Werk angewandt werden. Diese Angaben gelten unter der Voraussetzung, daß das Sperrmoment mindestens so groß ist wie das Drehmoment.

Die Stärke des Zeigerwerkes und besonders der Minutenachse muß dem Drehmoment angepaßt sein. Bis zu 35 cm kann die Zeigerachse rund sein, sofern der Zeiger mittels einer kräftigen Schraube auf der Achse gut befestigt ist; alle größeren Werke müssen Minutenzeigerachse mit Vierkant haben. Die Stärken dieser Achsen sollten am freien Ende folgende Maße nicht unterschreiten:

Zifferblattdurchmesser cm	Minutenachse mm
35	2,5
50	3,5
80	4,5
150	6,0
250	7,0

In jeder Nebenuhr muß das Minutenrohr unbeweglich auf der Achse sitzen; die Zeiger dürfen nicht gedreht werden können. Das Einstellen der Uhr auf richtige Zeit soll also nur mittels Strom oder

von Hand durch Durchdrehen des Ankers erfolgen können. Bei einem Zeigerwerk mit drehbarem Minutenrohr wird es immer wieder vorkommen, daß die durch den Stromstoß bedingte Schleuderkraft die Reibung des Minutenrohrs an ihrer Achse überwindet, so daß die Uhr vorwelt.

Das Zifferblatt einer Uhr dient nur dem einen Zweck, die Zeit rasch und ohne Irrtum ablesen zu können. Daher soll es von allen künstlerischen Beigaben frei sein; es soll nichts anderes als die Ziffern tragen, und, je einfacher es ist, je mehr die Proportionalität der Ziffern in Länge und Stärke zu dem Blattdurchmesser gewahrt ist, um so mehr werden ein schönes Gehäuse und ein derartig schönes Blatt sich zu einer schönen Uhr vereinigen. Das Blatt soll auch niemals farbig sein; ein mattes Weiß und matte, tiefschwarze Ziffern nebst Zeigern sind die einzigen möglichen Farben.

Die richtige Proportionalität der Zifferngrößen zum Blattdurchmesser ist dann vorhanden, wenn das Verhältnis $0,15 : 1$ gewahrt ist. Das gilt für arabische wie auch für römische Ziffern. Diese Proportionalität verbürgt zugleich die Ablesbarkeit aus großer Entfernung, unter der Voraussetzung, daß die Ziffern kräftig



Abb. 75.
Zifferblatt mit arabischen, zu langen Ziffern

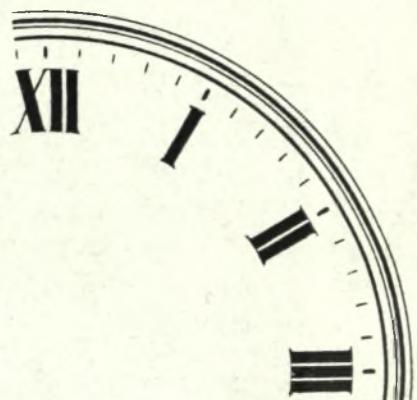


Abb. 74. Zifferblatt mit zu kurzen römischen Ziffern

genug sind. Die römischen Ziffern sind aus größerer Entfernung ablesbar als die arabischen. Die Strichblätter passen sich zwar dem heutigen Geschmack gut an, sind aber für den Ungeübten recht schwer ablesbar. Die Abbildung 74 zeigt ein römisches Blatt mit zu kurzen Ziffern ($0,095 : 1$), Abbildung 75 ein arabisches mit zu langen ($0,167 : 1$), und Abbildung 76 ein Strichblatt mit zu kurzen Strichen ($0,086 : 1$).

Die Zifferblätter für Nebenuhren zeigen in ihren Durchmessern ein

großes Durcheinander; sie lassen jede geregelte Stufenfolge vermissen. So enthält die Liste einer Firma in den Grenzen von 8 bis 250 cm nicht weniger als 34 verschiedene Größen. Eine Normung ist daher aus Einsparungsgründen dringend erforderlich. Führt man sie durch in Anwendung der Formel $a\sqrt{2} = b$ für die Stufenfolge (siehe Abschnitt 3 d), so ergibt sich folgende Reihe:

8, 11,5, 16, 22,5, 32,
45, 65, 90, 125, 180,
250 cm.

Damit wären die 34 Stufen auf 11 abgefallen. Nach der Zusammenstellung im Abschnitt 6 würden für diese Abstufungen sechs Werkgrößen erforderlich werden, die zugleich eine durchaus zweckmäßige Verwendung für Uhren mit mehreren Zifferblättern fänden.

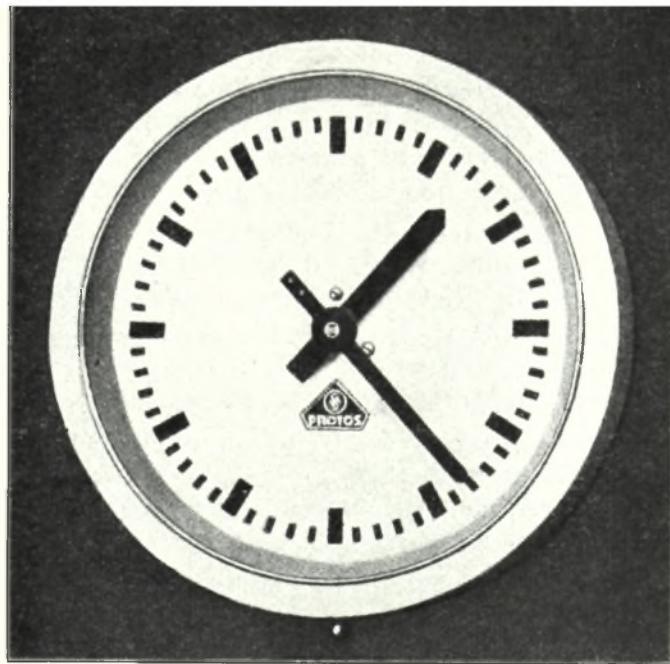


Abb. 76. Strichzifferblatt mit zu kurzen Strichen

Werk	Zifferblattdurchmesser em	Drehmoment cmg
I	8—16	25
II	22,5—32	70
III	45—65	250
IV	90—125	450
V	180	2000
VI	250	4000

Die Einführung solcher Reihen würde die Herstellung, aber auch den Verkauf, die Listen und Preise sehr stark vereinfachen.

7. Uhren mit mehreren Zifferblättern

Die Nebenuhren werden für geschlossene Räume als einseitige und Doppeluhren, als Außenuhren außerdem noch als drei- und vierseitige gebaut.

Der Einbau der Werke wird heute noch nach mehreren Richtungen verschieden ausgeführt. Einzelne Firmen verwenden für jedes Zifferblatt ein besonderes Werk. Das entspricht dem teuersten Verfahren; es erfordert den höchsten Werkstoff — und Stromverbrauch, und es veranlaßt in Störungsfällen verschiedene Zeitangaben einer und derselben Uhr.

Die zweite, jetzt von der Mehrzahl der Firmen angewandte Art ist die Verwendung nur eines Werkes für die Doppeluhr; sie ist nach jeder Richtung empfehlenswert.

Die dritte Art ist die Verwendung nur eines Werkes auch für dreiseitige Uhren; sie wird z.B. seit vielen Jahren von der Firma Wagner benutzt. Ein im Gehäuse liegendes, entsprechend großes Werk treibt ein Winkelrad an, das für jedes Blatt mittels Kardangelenken mit einem kleinen Zeigerwerk mechanisch in Eingriff gebracht ist, so daß alle Zifferblätter die gleiche Zeit anzeigen müssen. Dieses Verfahren verlangt allerdings die Herstellung großer Werke, ist aber zweifellos das wirtschaftlich und technisch beste.

8. Die Gehäuse

Das Gehäuse einer Nebenuhr soll erstens dauerhaft sein und zweitens innerhalb seiner Umgebung schön wirken.

Man unterscheidet Uhren für Innen- und für Außenräume. Für Innenräume kennt man solche für Wohn-, Küchen-, Büro- und Betriebsräume, ferner für trockene, nasse und dampf- bzw. säurehaltige Räume, andererseits zum Aufhängen an die Wand oder an Decken und Tischuhren. Die Außenuhren unterteilt man in solche zum Einlassen in Wände, zum Anbringen an Wandarmen und Säulenuhren.

Für Wohnräume werden fast ausschließlich Holzgehäuse nach der herrschenden Moderichtung benutzt, sofern sie nicht in Wände eingelassen sind (Einbauuhren), von denen man außer dem Zifferblatt nur einen schmalen Metall- oder Holzrahmen sieht. Die Küchenuhren müssen sehr gut schließende Gehäuse haben, damit der Küchendunst die Werke nicht verdorbt. Die Bürouhren bestehen meist aus an die Wand gehängten Rundrahmenuhren aus Metall. Die Uhren für Betriebsräume haben fast immer Zink- oder Eisengehäuse in runder Form, die lackiert oder gefärbt sind. Für Betriebsräume ist ein dunkles Gehäuse (schwarzgrün oder schwarzblau) zu empfehlen, weil sich aus einem dunklen Rahmen das Zifferblatt besonders gut abhebt.

Sämtliche Gehäuse für das Freie müssen regensicher sein und aus kräftigem Zink- oder Eisenblech bestehen. Die Güte eines Gehäuses kann man meistens schon nach dem Gewicht beurteilen. Die aus kräftigem Blech bestehende Trommel soll innen durch starke Streben gut verstellt oder mit warm übergezogenen Bändern versehen sein.

Uhren für nasse, säure- oder dampfhaltige Räume müssen ganz besonders stark ausgeführt sein, da sie unter Zwischenlage eines Gummiringes zwischen Gehäuse und Rückwand mittels mindestens acht Schrauben abzudichten sind, wobei ein Verwerfen des Gehäuses nicht vorkommen darf. Die Werke in diesen Gehäusen und in solchen für das Freie müssen mit einem besonderen Schutzkasten umkleidet sein.

Nebenuhren für Schiffe sind besonders zu behandeln. In allen Betriebsräumen werden hier druckwasserichte Uhren verlangt, die für die Leitungseinführung mit einer Flanschverschraubung versehen sind, die von den größeren Reedereien normalisiert verlangt werden. Die Nebenuhren für Kabinen und Gesellschaftsräume erhalten meistens Gehäuse aus besten Edelhölzern.

Sämtliche Uhren für das Freie, für säure- und dampfhaltende Räume und für Schiffsbetriebsräume sind erst innen und außen mit Mennige zu streichen, worauf sie einen zweimaligen Anstrich mit wetterfester oder säurefester Farbe erhalten. Transparente Uhren müssen innen mit weißer Farbe gestrichen sein.

Die Glasblätter der transparenten Uhren dürfen weder seitlich noch am Umfang unverrückbar in den Gehäusen befestigt werden. Sie müssen nach allen Seiten Spielraum haben, damit die ungleichen Ausdehnungen von Gehäuse und Blatt dieses nicht zum Bruch bringen. Das Blatt soll „stehen“, nicht „sitzen“. Auch die Schutzscheiben sollen nur verkittet, nicht mittels Klötzchen festgehalten werden.

9. Einbau in Wände

Behördliche Ausschreibungen auf Uhrenanlagen und Nebenuhren setzen fast stets eine Sonderanfertigung der Gehäuse voraus, weil der Innenarchitekt sich selten für Listenware entschließt. Die heutige Moderichtung bevorzugt glatte Wände, und daher darf die Nebenuhr meistens nur mit einem ganz flachen Rahmen aus der Wand hervortreten; oft genug ist auch das nicht erlaubt; es sollen nur die Zeiger aus der Wand vorstehen, und die Ziffern oder meistens Striche werden auf die Wand gemalt oder als Metallstreifen leicht eingedrückt. Manchmal besteht auch noch die Forderung, in ein Mauerloch eine Doppeluhr einzubauen. Auch besteht ein Unterschied zwischen dem Einbau „von innen“ (von der Zifferblattseite aus) und „von außen“ (von rückwärts). Diese mehrfachen Anforderungen machen immer wieder neues Kopfzerbrechen, solange die Firma sich nicht zu genau festgelegten Einbauverfahren entschließt.

Die Firma Telefonbau und Normalzeit hat die häufige Forderung, daß nur die Zeiger aus der Wand hervortreten

dürfen, in bester Weise durch die Anordnung nach Abbildung 77 gelöst. Der Einbau geschieht „von außen“ unter Anwendung einer entsprechend langen, an beiden Enden durch ein Kardangelenk gekuppelten Zeigerwelle und eines besonderen Zeigerwerkes; das Ganze wird durch ein Rohr gut abgedeckt und durch die Mauer geschoben, so daß „innen“ nur die Zeiger aufgesetzt zu werden brauchen. Für eine in ein Mauerloch einzusetzende Doppeluhr ist diese Anordnung auch dann noch verwendbar, wenn die Uhr einer Mauerseite mit einem Frontring bzw. einem flachen Gehäuse versehen werden darf.

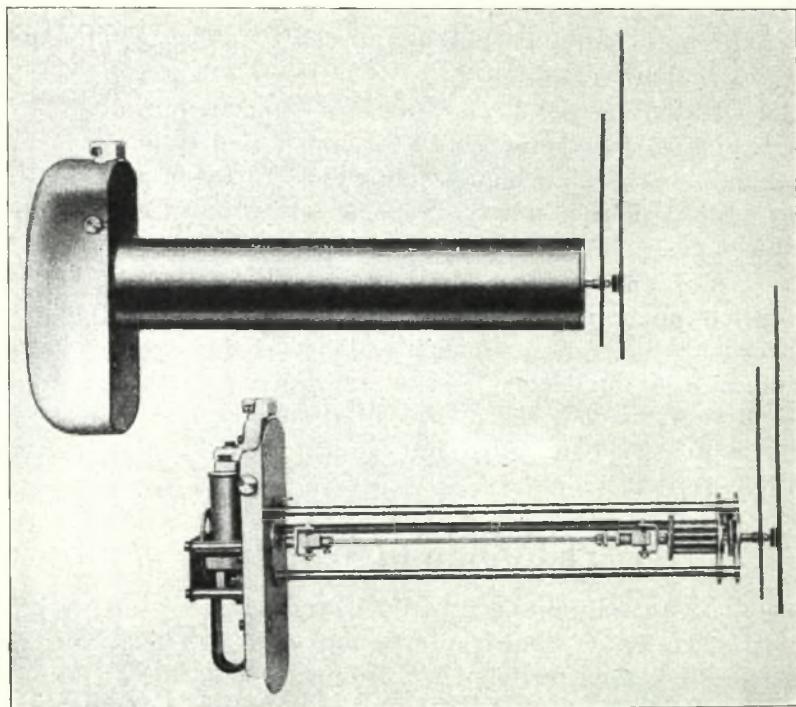


Abb. 77. Nebenuhrwerk zum Einbau in Wände (Telefonbau und Normalzeit)

Die Württembergische Uhrenfabrik Bürk Söhne benutzt für den gleichen Zweck ebenfalls ein Führungsrohr, in dem aber auch das Stundenrohr wie die Zeigerwelle verlängert ist, so daß das vordere Zeigerwerk entbehrlich wird.

Die Forderung, in ein Mauerloch eine Doppeluhr einzubauen, deren beide Zeigerpaare nur hervortreten dürfen, ist unausführbar und muß zurückgewiesen werden. Es können nur in einem weiten Rohr zwei Werke untergebracht werden, die mit einem schmalen Frontring und Blatt an jeder Mauerseite in das Rohr eingeführt und darin mittels Schnappfedern festgehalten werden. In einem solchen Falle verlangte

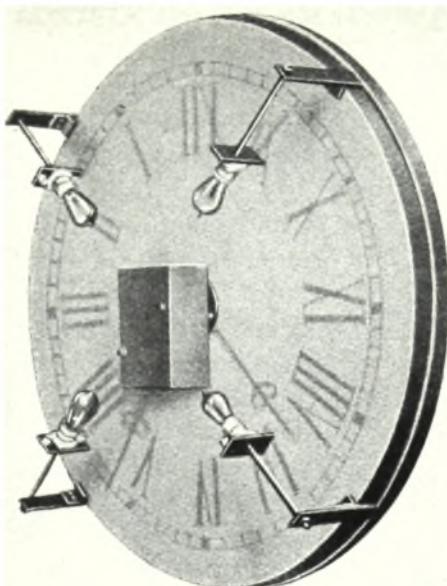


Abb. 78. Falsche, auf dem Zifferblatt Schatten erzeugende Beleuchtung

unter Anwendung transparenter Glaszifferblätter. Diese mittels Glühlampen durchgeführte Beleuchtung erfordert „lange Rohre“, also die Verlängerung von Minutenachse und Stundenrohr der Werke, damit diese nicht auf das Blatt einen Schatten werfen können. Die Abbildung 78 zeigt, wie man es nicht machen soll; denn das Werk sitzt zu nahe an der Scheibe, es wirft, wenn auch nicht durch die nächste, so doch durch die entfernteren Lampen Schatten auf das Blatt.

Die Abbildung 79 (ein Fabrikat der Telefonbau und Normalzeit) zeigt die meistens gebräuch-

der Architekt (und machte die Auftragserteilung davon abhängig), das Werk selbst solle eingemauert werden! Ich habe in diesem Falle erst die höchste Instanz anrufen und die Unmöglichkeit einer solchen Anordnung beweisen müssen.

10. Die Beleuchtung der Zifferblätter

Die Zifferblätter der meisten öffentlichen Uhren werden nachts künstlich beleuchtet. Diese Beleuchtung erfolgte früher durch die Anwendung von Leuchtgas, so daß jede Uhr oben mit einer Haube versehen war, um eine die Gase abführende Öffnung abzudichten. Heute bietet die Elektrizität alle Möglichkeiten guter Beleuchtung von innen,

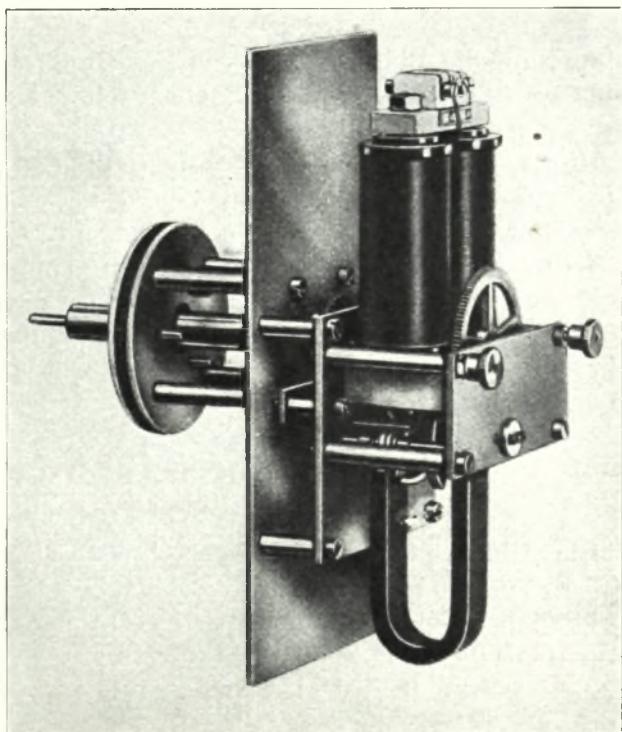


Abb. 79. Nebenuhrwerk für transparente Uhren
(Telefonbau und Normalzeit)

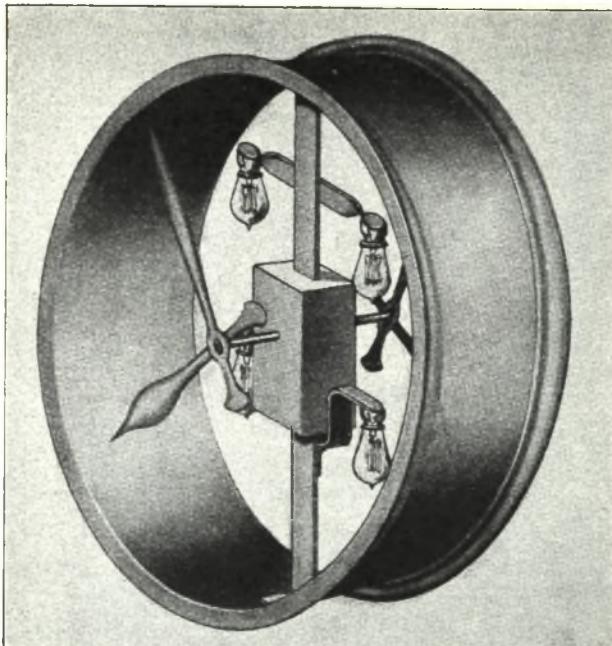


Abb. 80. Gehäuse für transparente Uhren (Wagner)

nung sind die Blätter ohne jede Belastung. Jede gleichmäßige Beleuchtung erfordert ein nicht zu flaches Gehäuse und schwache Lampen in genügender Anzahl.

Durch Versuche habe ich festgestellt, daß bis zu 50 cm Zifferblattdurchmesser einer Doppeluhr eine Entfernung von 170 mm der Zifferblätter voneinander genügend ist, um sie mittels zweier Lampen gleichmäßig zu beleuchten. Diese Entfernung vergrößert sich mit zunehmendem Blattdurchmesser, sie steigt beispielsweise für 120 cm auf 260 mm an. Dabei ist eine Vermehrung der Lampenzahl notwendig; bis zum Durchmesser 120 cm werden vier, bis 200 cm sechs und darüber hinaus acht Lampen erforderlich.

11. Nebenuhren für Sonderzwecke

a) Die Schiffsnebenuhr

Die Uhrenanlagen auf Seeschiffen verlangen die Möglichkeit des beliebigen Vor- und Rückstellens der Nebenuhren, um die Ortszeit des Schiffes immer wieder auf den jeweils passierten Längengrad einzustellen zu können. Dieses Erfordernis setzt die Verwendung zweier Werke in jedem Gehäuse und eines „Dreileitersystems“ voraus.

Die beiden Werke sind über ein Differentialgetriebe miteinander gekuppelt, dessen Sonnenradwelle den Minutenzeiger trägt.

liche Art der Werk-anordnung in transparenten Uhren; das Werk wird an dem Zifferblatt befestigt. Sehr zweckentsprechend ist dagegen die Anordnung der Firma Wagner nach Abbildung 80. Werk und Lampenträger sind an einer Mittelschiene des Gehäuses befestigt, wodurch das Licht zerstreut („diffus“) verteilt, das ganze Innere des Gehäuses gleichmäßig erhellt wird, so daß die Birnen keine hellen Flecke auf das Blatt werfen, wie man das so häufig beobachten kann; bei dieser Anord-

Eines der beiden Werke treibt in normaler Weise die Zeiger an. Wird aber an der Hauptuhr ein Knopf gedrückt oder ein Schalter betätigt, so fließt über die dritte Leitung ein Stromstoß, der den Anker des „Rückwärtswerkes“ springen lässt, wodurch die Zeiger um je eine Minute rückwärts gestellt werden. Diese sehr kostspielige Einrichtung ließe sich durch eine auf das Stundenrad wirkende Stellvorrichtung ersetzen.

Die Abbildung 81 zeigt eine druckwasserdichte Schiffs-Betriebs-Nebenuhr der AEG.

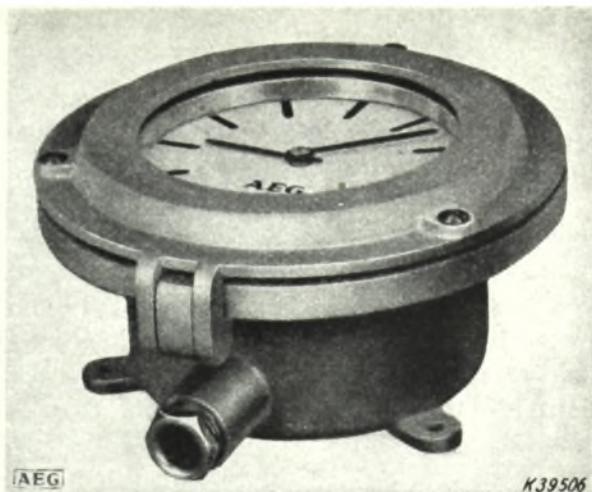


Abb. 81. Druckwasserdichte Schiffsnebenuhr (AEG)

b) Geräuschlose Nebenuhren

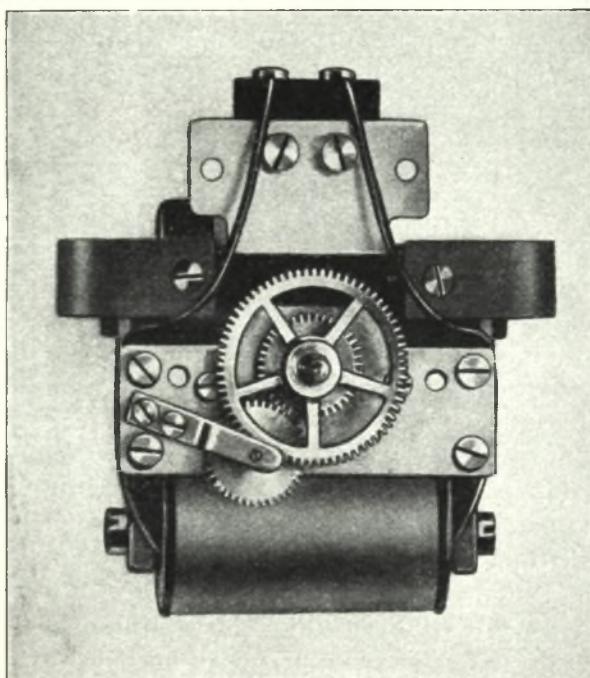


Abb. 82. Geräuschloses Nebenuhrwerk (Telefonbau und Normalzeit)

In recht vielen Fällen wird, namentlich für Schlafzimmer, ein geräuschloses Fortschalten der Nebenuhren gefordert. Da jede mit einem Drehanker versehene Nebenuhr dann geräuschlos arbeitet, wenn die Fang- oder Sperrvorrichtung entfernt ist, und da auch ein Überspringen oder ein Rücklauf des Ankers *bei genügend langem Kontaktchluss* und entsprechendem Sperrmoment ausgeschlossen ist, so liegt für die Schaffung von Sonderkonstruktionen ein eigentliches Bedürfnis nicht vor, wenn ein Drehanker angewandt wird.

Dieser Erwägung folgten Siemens & Halske mit ihrem Werk nach der früher wiedergegebenen Abbildung 62, während Wagner für solche Fälle die Fanggabel entfernt.

Die Telefonbau und Normalzeit hat dagegen ein besonderes geräuschloses Werk geschaffen, das in Abbildung 82 abgebildet ist. Auf den beiden Enden der Ankerwelle, die zugleich als Schnecke zum Antrieb der Zeiger dient, ist je ein von einem kleinen Dauermagneten polarisierter Anker befestigt und zu seinem Gegenanker um 180 Grad versetzt. Die Spule hat bei 24 Volt einen Widerstand von 3000 Ohm, was einem Verbrauch von 0,19 Watt entspricht. Die Anlaufspannung beträgt 43%; bei Regelspannung und kurzem Kontaktschluß ist ein Vorlauf nicht möglich, wohl aber bei Überspannung und kurzem Kontaktenschluß.

e) Sekunden-Nebenuhren

Sie finden Anwendung in der Astronomie und in wissenschaftlichen Instituten und werden durch einen Sekundenkontakt der Hauptuhr gesteuert (Abschnitt III, 5). Damit die Sekunde gut und aus weiteren Entfernungen abgelesen werden kann, ist das Werk für „Sekunde aus der Mitte“ gebaut. Im übrigen unterscheidet es sich von den Minuten-Springern nur durch das sechzigfach kleinere Übersetzungsverhältnis.

d) Nebenuhren mit Weckvorrichtung

Die Firma Siemens & Halske in Berlin stellt Nebenuhren mit elektrischer Weckvorrichtung her. Nach Art der mechanischen Wecker wird ein Weckerzeiger mittels Richtknopf eingestellt, worauf ein in das Gehäuse der Nebenuhr eingebauter Schnarrer zur Einstellminute ertönt. Ein zweiter Knopf dient zum Abstellen des Weckstromes.

e) Signal-Nebenuhren

Die Firma C. Th. Wagner hat stets den Standpunkt vertreten, daß die mit dem Betrieb einer Signaleinrichtung verbundene *R e i b u n g s - a r b e i t* nicht der Hauptuhr aufzubürden sei, um die Regelmäßigkeit ihres Ganges nicht zu stören. Daher überträgt sie die Signaleinrichtungen auf die Nebenuhren.

In den Netzen städtischer Uhrenanlagen wird in den Häusern (Schulen, Privatwohnungen, Werkstätten) ebenfalls eine Signaleinrichtung verlangt. Selbstverständlich kann man für diesen Zweck nicht von der Zentrale aus besondere Signalleitungen verlegen. Daher werden Signal-Nebenuhren erforderlich, die mit einer *V e r z ö g e r u n g s - E i n - r i c h t u n g* versehen sind, da die Nebenuhren eine ganze Minute stillstehen, eine Signaldauer aber 20 Sekunden niemals überschreiten darf.

Die Signal-Nebenuhren sind im Band IV dieser Buchreihe behandelt, während einige Hauptuhren mit Signaleinrichtung im Abschnitt VI, 3 dieses Bandes wiedergegeben sind.

f) Die Nebenuhr als Schaltuhr

Die Beleuchtung transparenter Nebenuhren kann durch eine Zusatzeinrichtung ihres eigenen Werkes ein- und ausgeschaltet werden. Ebenso ist die Reklamebeleuchtung von Schaufenstern usw. durch eine im Geschäft vorhandene Nebenuhr steuerbar, wobei sowohl ständig brennendes Licht wie auch Blinklicht anwendbar ist. Diese Verwendungsmöglichkeit wird m. W. nur von den Firmen Telefonbau & Normalzeit K. Lehner & Co. sowie C. Th. Wagner ausgenutzt. Sie sollte eine allgemeine Anwendung finden, um in allen möglichen Fällen den Gebrauch einer besonderen Schaltuhr zu ersparen. Über die erforderlichen Sondereinrichtungen wird im Band V dieser Buchreihe Näheres gesagt.

12. Die Reklameuhren

Die älteste Reklameuhr ist die Außenuhr des Uhrmachers. Die Firma Telefonbau & Normalzeit (früher Elektrozeit) hat dann aus der Uhrmacher-Außenuhr eine auf alle Geschäftszweige ausgedehnte Reklameuhr geschaffen, indem anfangs um die Uhr ein runder, beleuchteter Reklamestreifen gelegt wurde.

Aus der Reklameuhr entstand dann die Reklameuhrensäule, eine Verschmelzung der „Litfaßsäule“ mit einer Außenuhr. Die Reklamesäule ist von den Werbegesellschaften der Großstädte, die sie als wertvollstes neues „Zugobjekt“ erkannten, den Werbungsbedürfnissen nach allen Richtungen angepaßt worden. Leider ist diese Anpassung sehr oft weder technisch einwandfrei noch im Sinne des „Heimatschutzes“ durchgeführt worden. Bis in die Kleinstädte hinein versucht man die Reklamesäule zu verbreiten, um durch die Vermietung der Reklamefelder einen möglichst hohen Gewinn herauszuschlagen.

So hatte man bald erkannt, daß eine städtische Uhrenanlage sich in Verbindung mit Reklamesäulen verhältnismäßig rasch amortisieren läßt. Es schlossen sich großstädtische Werbegesellschaften mit Lieferfirmen für Uhrenanlagen zusammen, um die Behörden der größeren und mittleren Städte zur Errichtung von Uhrenanlagen mit zahlreichen Reklamesäulen zu veranlassen. In vielen Fällen gelangen die Bemühungen; man wurde einig über die Anzahl und Plätze der Säulen, die Stadt genehmigte die Aufstellung und auch die Werbungsvermietung einschließlich der Vermietung von Nebenuhren an Private. Die Gegenleistung der Werbungsgesellschaft bestand meistens in der Überlassung eines bestimmten Prozentsatzes aus den Einnahmen, manchmal auch in der kostenlosen Überlassung der Uhrenanlage nach gewissen Betriebsjahren.

Derartige Geschäftshandlungen verstößen in keiner Weise gegen die Interessen der Allgemeinheit. Wenn aber, besonders in kleineren Ortschaften, versucht wurde, die Uhrenanlage zu umgehen und Reklamesäulen mit ständig gehenden Uhren aufzustellen, deren Gang nicht durch

eine Hauptuhr gesteuert wird, so liegen die Verhältnisse anders. Solche Uhren werden niemals die richtige Zeit anzeigen, und so wachsen sich die Säulen infolge des falschen Ganges der Uhren zu einem allgemeinen Ärgernis aus, das beseitigt werden muß.

13. Die Werberat-Bestimmungen

Der Reichs-Propagandaminister hat am 12. September 1933 ein Gesetz über Wirtschaftswerbung erlassen und einen „Werberat der Deutschen Wirtschaft“ bestellt, dem die einheitliche Gestaltung des öffentlichen und privaten Werbungs- und Reklamewesens obliegt. Nach dem Gesetz bedarf jedermann, der eine Wirtschaftswerbung ausüben will, der Genehmigung des Werberates. Somit ist jeder Veranstalter einer Werbung mittels Reklamesäulen an diese Genehmigung des Werberates gebunden; auch muß er eine Abgabe entrichten, die 2 Prozent der Einnahme beträgt. Sie wird nur von dem Werber erhoben.

Der Werberat erläßt „Verordnungen“ und „Bekanntmachungen“. Die letztgenannten haben keine zwingende Gesetzeskraft, so daß die Gerichte nach eigenem Ermessen urteilen können; sie sind aber „Richtlinien“, die im allgemeinen als maßgebend angesehen werden. Die neunte Bekanntmachung des Werberats vom 1. Juni 1934 betrifft den „Außenanschlag“, unter den sich die mittels Reklamesäulen betriebene Werbung einreibt. Der nachstehende Auszug bringt die wichtigsten Punkte dieser Bekanntmachung:

1. Ein Anschlag ist eine Werbung, die öffentlich durch Aufschriften oder Abbildungen ausgeführt wird.
2. Daueranschlag ist ein Anschlag, der nach Art der Anbringung für eine längere Zeit als ein Vierteljahr werbend wirken kann.
3. Schildanschlag ist ein Daueranschlag aus festen Stoffen. Wandbemalungen, Abbildungen, Fahnenbilder stehen ihm gleich.
4. Leuchtanschlag ist ein Daueranschlag, der durch eine in ihm befindliche Lichtquelle ihn nicht unerheblich erleuchtet.
5. Eine ordentliche Anschlagstelle ist eine fest angebrachte Säule oder Tafel, die zu Veröffentlichungen bestimmt ist.
6. Der Werberat erteilt in einer Ortschaft nur einem einzigen Anschlagunternehmer die Genehmigung zur Wirtschaftswerbung. In Ortschaften unter 5000 Einwohnern, in denen ein geordnetes Anschlagwesen nicht besteht, werden Freianschlagstellen errichtet. In Ortschaften mit mehr als 100 Einwohnern soll mindestens eine Anschlagstelle bestehen.
7. Die Genehmigung zur Werbung an fest angebrachten Stellen außerhalb geschlossener Ortschaften wird nur für die Zeit besonderer Veranstaltungen genehmigt.

8. Der Anschlagunternehmer darf den Ausschluß von Wettbewerbern nicht vereinbaren.
9. Die Eigenwerbung (Anschlag an der Stätte der eigenen Leistung) ist allgemein genehmigungs- und abgabenfrei.
10. Der Werberat kann bestimmen, in welchen Gebieten und an welchen Stellen Außenreklame nicht ausgeführt werden darf. Er kann eine Normung der Reklamemittel herbeiführen.
11. Schildanschlag an und auf öffentlichen Straßen und Plätzen kann für den einzelnen Fall oder für Gruppen von Fällen genehmigt werden, wenn der Anschlag der Verkehrserleichterung dient, oder wenn er an Einrichtungen angebracht ist, die eine Verkehrserleichterung zur Folge haben (Stadtpläne, Uhren).
12. Die Werbung soll geschmackvoll und ansprechend gestaltet sein. Verunstaltungen von Gebäuden, Ortschaften und Landschaften sind verboten. Der Wettbewerber darf nicht herabgesetzt werden.

Wie die vorstehenden zwölf Punkte ergeben, betreffen die Werberat-Bestimmungen die rein wirtschaftliche Seite der Werbung. Nach Punkt 9 ist die Straßenuhr des Uhrmachers, sei sie ohne oder mit besonderer Werbung versehen, genehmigungs- und abgabenfrei.

Die technische Seite der Werbung, Form, Färbung und Anbringung des Werbemittels, ist Sache der zuständigen Baupolizei. Das gilt sowohl für die Eigen- wie die Fremdwerbung. Der Eigenwerber, beispielsweise der Uhrmacher, der eine Straßenuhr heraushängen will, muß vorher die baupolizeiliche Genehmigung einholen und gegebenenfalls auch eine einmalige oder laufende Genehmigungsgebühr entrichten. Der „Fremdwerber“ aber, der Reklameuhren oder -säulen aufstellen will, muß einen entsprechenden Vertrag mit der Stadt abschließen, die baupolizeiliche Genehmigung hinsichtlich der architektonischen Gestaltung der Uhren oder Säulen einholen und seine Werbetätigkeit dem Werberat der Deutschen Wirtschaft über den „Reichsverband für Außenwerbung e. V.“ in Berlin SW 11, Saarlandstraße 90/102, anmelden.

Der „Deutsche Heimatbund“, Berlin S 42, Prinzessinnenstraße 3—6, betätigt sich unter behördlicher Anerkennung auf dem Gebiete des Heimat schutzes, das heißt des Schutzes der Landschaft und des Städtebildes gegen „Verschandelung“ durch geschmacklose und häßliche Werbeanschläge. Der Fachbeauftragte des Bundes, Dr.-Ing. Werner Lindner, hat ein Buch über „Außenreklame“ (Verlag Alfred Metzner, Berlin) herausgegeben, das in vielen vortrefflichen Bildern und mit Text, in Beispielen und Gegenbeispielen den Weg



Abb. 83. Reklamesäule mit Uhr (Aus dem Buch „Außenreklame“ von Dr.-Ing. Lindner)

der Bewertung der Nebenuhren hinsichtlich ihrer Leistung und langjährigen Betriebssicherheit dienen können. Nachstehend sind in einer Zahlentafel die von mir eindeutig festgestellten technischen Daten einer Anzahl Nebenuhren angegeben, die als Vergleichswerte nützlich werden können.

Technische Daten verschiedener Nebenuhren

Nr.	Werk	Größter Zifferbl.-durchm. cm	Verbrauch Watt	Dreh-moment emg	Anlauf- spanng. % d. Regelspanng.	Über- spanng. % d. Regelspanng.	Sperr- moment emg	Schalt- weg Grad	Wir- kungs- grad η
1.	Schwinganker (Hipp)	50	0,183	93	25	500 u. mehr	∞	60	0,051
2.	Schwinganker (langer Anker) . . .	80	0,24	178	41	„	∞	60	0,074
3.	Schwinganker (kurzer Anker) . . .	100	0,21	18	42,5	20	6	30	0,0086
4.	Schwinganker (für Induktionsstrom)	30	0,041	1,8	37	200	∞	6	0,0044
5.	Doppel-Drehanker .	15	0,107	12	35	500 u. mehr	14	90	0,12
6.	"	35	0,11	84	28	"	81	90	0,08
7.	"	35	0,12	49,5	35	"	62	90	0,041
8.	"	65	0,145	165	22	"	156	90	0,114
9.	"	90	0,22	219	32	"	170	90	0,10
10.	"	90	0,22	189	50	"	200	90	0,085
11.	"	140	0,29	680	24	"	660	90	0,235
12.	"	240	0,43	2540	27	"	2680	90	0,59
13.	"	300	0,58	4200	28	"	5220	90	0,75
14.	Einfach. Drehanker	40	0,20	28,5	38	260	42	90	0,014
15.	"	30	0,29	30	34	130	51	90	0,01
16.	Permanent - Einfachanker	80	0,176	410	60	500 u. mehr	2480	180	0,233
17.	Permanent - Einfachanker	80	0,25	537	50	"	2255	180	0,214

weist zum guten baulichen Deutschtum. Die Abbildung 83 zeigt eine in Hannover stehende Reklamesäule, die Dr. Lindner als „gut geformt und mit wohlberechneten Flächen mit sich ihnen einordnender Reklame“ beurteilt.

14. Technische Daten verschiedener Nebenuhren und ihre Bewertung

In den Abschnitten 3 e bis 3 i sind Fingerzeige und Meßverfahren enthalten, die

Die in der Abbildung 84 wiedergegebenen, von mir aufgenommenen Kurven veranschaulichen den Verlauf der Drehmomente und der Anlaufspannungen (diese in Prozenten der Regelspannung) von vier Nebenuhren.

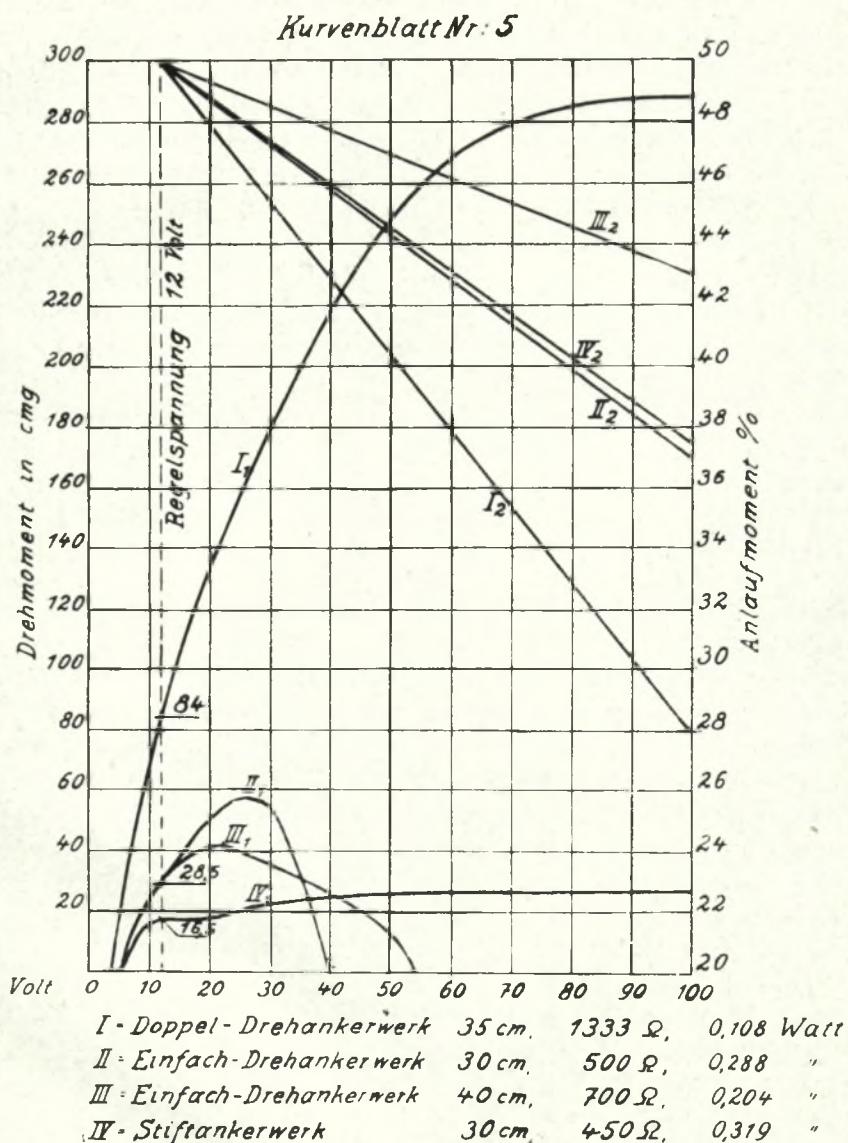


Abb. 84. Drehmomente verschiedener Nebenuhren in Abhängigkeit von der Betriebsspannung

uhrenwerken. Man erkennt, daß die Drehmomente bei Regelspannung sich wie 84 zu 28,5 zu 16,5 cmg verhalten, und daß die Scheitelwerte der Drehmomente bei 90, 50, 25 und 22 Volt liegen. Demgegenüber beträgt die Anlaufspannung I_2 des Werkes I 28% und die des Werkes III

43%. Die Uhr mit dem besten Drehmoment arbeitet also auch mit der weitaus besten Anlaufspannung, und dem zweitgeringsten Drehmoment des Werkes III entspricht die kleinste Anlaufspannung.

Dieses Kurvenblatt zeigt so recht anschaulich, wie groß die Unterschiede der Leistungen und ebenso des Wattverbrauchs von Nebenuhren noch ist. Das Werk I hat bei höchstem Drehmoment den kleinsten, das Werk IV bei kleinstem Drehmoment den höchsten Verbrauch! Die umfangreichere Übersicht der vorstehenden Tabelle ergibt die gleichen großen Unterschiede der technischen Daten als Beweis dafür, daß hier noch sehr viel konstruktive Arbeit zu leisten ist.

Eine eindeutige Bewertung der Nebenuhren nach ihren technischen Daten ist nicht ohne weiteres möglich, weil die hauptsächlichen Eigenschaften einander entgegengesetzt sind. Man kann sie aber in einen Formelansatz zusammenfassen, um dessen Ergebnis als „Gütezahl“ zu bewerten.

Bezeichnen wir diese „Gütezahl“ mit f , den Wattverbrauch mit W , das Drehmoment mit D , die Anlaufspannung mit A und die Überspannungsgrenze, d. h. die Summe der Regelspannung und der „Überspan-

nung“, mit U , so kann man setzen $f = \frac{DU}{WA}$.

In dieser Formel ist der Wert U maximal mit 200 Prozent einzusetzen, da ein höherer Wert die technische Brauchbarkeit der Werke nicht verbessert. Die Bestimmung der Überspannungsgrenze hat ja nur den Zweck, den erforderlichen dauer-magnetischen Fluß festzustellen, der bei dem Springen der Uhr mit der doppelten Regelspannung gegeben und dessen weitere Erhöhung zwecklos ist. Somit werden kleinere Werte als 200 Prozent der Messung entsprechend bewertet, über 200 Prozent hin-ausgehende aber auf diesen Wert abgesetzt.

Nehmen wir nun beispielsweise für das Einheitswerk folgende Daten als gute Mittelwerte an:

$$W = 0,15 \text{ Watt}$$

$$D = 80 \text{ cmg}$$

$$A = 50\% \text{ der Regelspannung}$$

$$U = 200\% \text{ der Regelspannung},$$

so ergibt sich eine Gütezahl von

$$f = \frac{80 \times 200}{0,15 \times 50} = 2133.$$

Eine Gütezahl von 2000 ist somit noch eben annehmbar; verschlechtert sich einer oder mehrere der Faktoren, so geht auch die Gütezahl entsprechend zurück, und umgekehrt.

Für die Beurteilung verschiedener Fabrikate kann also in erster Linie der Gütfaktor maßgeblich sein; bei einem Wert von mehr als 2000 verbürgt er die gute Konstruktion und eine sorgfältige Herstellung.

In zweiter Linie ist der Eisenquerschnitt der Luftspalte zu beurteilen, um zu erkennen, ob die Remanenz des Dauermagneten konstant bleiben wird.

In dritter Linie wird dann das nicht berücksichtigte Sperrmoment zur Beurteilung kommen; unter zwei Fabrikaten mit ähnlicher Gütezahl wird man dasjenige wählen, welches das höchste Sperrmoment aufweist. Bei größeren Werken muß schließlich den Ausmaßen der Zeigerwerk Aufmerksamkeit geschenkt werden, weil zu schwache Minutenradwellen und Stundenrohre zu „schlotternden“ und losen Zeigern Anlaß geben.

Wenn nun unter Anwendung der vorgeschlagenen Berechnung einer „Gütezahl“ die Qualität einer Nebenuhr hinsichtlich der Betriebssicherheit zu beurteilen ist, so ist sie es hinsichtlich der Leistung durch die Bestimmung des Wirkungsgrades. Denn ist die an der Zeigerwelle abgegebene mechanische Kraft im Verhältnis zu dem Wattverbrauch besonders gering, so ist der Wirkungsgrad ein schlechter. Zu seiner Bestimmung müssen wir entweder die mechanische Leistung in eine elektrische umrechnen oder umgekehrt.

Ein Meter-Kilogramm (mkg) ist gleich 100 000 cmg/sec, und ein Watt entspricht der mechanischen Kraft von fast genau 10 000 cmg/sec. Verbraucht nun beispielsweise eine Nebenuhr 0,11 Watt, so entspricht dies einer mechanischen Energie von $(0,11 \times 10\,000) : 1 = 1100$ cmg. Mißt man an der Zeigerwelle dieser Uhr eine Kraft von 84 cmg, so ergibt sich ein Wirkungsgrad von

$$\eta = \frac{84}{0,11 \times 10\,000} = 0,08 \text{ oder } 8\%.$$

Aus diesem Wert ist ersichtlich, wie ungemein schlecht die elektrische Energie in kleinen Nebenuhren ausgenutzt ist. Dabei würde der Wirkungsgrad einer Gleichstrom-Nebenuhr noch rund viermal schlechter sein.

In der Zahlentafel des Abschnittes 14 ist in der letzten Spalte der Wirkungsgrad aller Nebenuhren eingetragen. Aus den Werten ist ersichtlich, daß mit der Größe der Uhren der Wirkungsgrad erheblich ansteigt. Somit läßt sich ein Mittelwert als Normale nicht angeben. Da jedoch das sehr kleine Werk Nr. 5 einen Wirkungsgrad von 0,12 und größere mit Zifferblattdurchmesser bis zu 100 cm einen viel geringeren haben, so ist mindestens zu fordern, daß alle Nebenuhren bis zu 100 cm den Wert 0,12 erreichen, während er für noch größere Blätter höher liegen muß. Denn die Einsparung von Material und das Vermeiden von durch Versagen mangelhafter Konstruktionen und Ausführungen entstehendem Arbeitsaufwand ist Pflicht auch der Hersteller von Nebenuhren.

15. Mechanische Nebenuhren für periodische Einstellung

Im Abschnitt IV ist das System der periodischen Einstellung von mechanisch angetriebenen Nebenuhren durch eine Hauptuhr beschrieben worden. Die diesem System angepaßten Nebenuhren besitzen ausnahmslos einen Selbstaufzug und einen besonderen Kontakt, mittels dessen sie entweder stündlich (AEG) oder vierstündig (Normalzeit) auf den Stand der Hauptuhr selbsttätig eingestellt werden, sofern sie im Augenblick der Einstellung eine geringe Voreilung gegen die Hauptuhr zeigen.

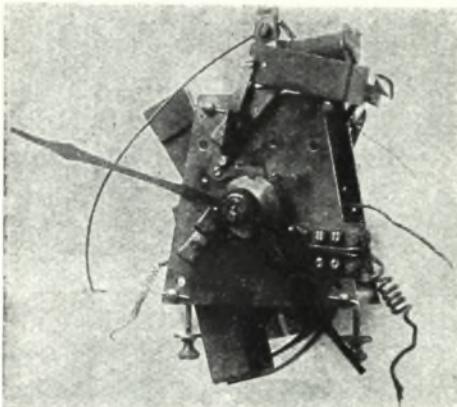


Abb. 85. Alte Nebenuhr für periodische Einstellung (Telefonbau und Normalzeit)

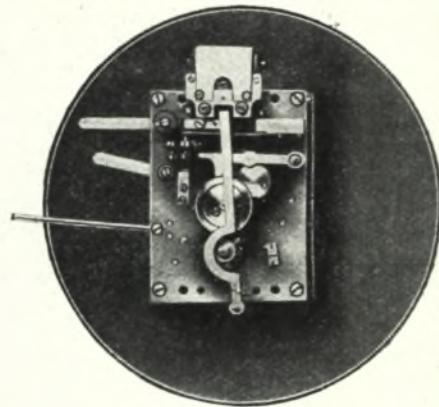


Abb. 86. Neue Nebenuhr für periodische Einstellung (Telefonbau und Normalzeit)

Das ältere Werk dieser Art Nebenuhren der Normalzeit ist in Abbildung 85 wiedergegeben, an dem der ganz besonders gestaltete Aufzug bemerkenswert ist. Die Abbildung 86 bringt die Ansicht der neuen Nebenuhr dieser Firma. Auf diese einfachen Konstruktionen besonders einzugehen, wird sich erübrigen.

16. Die Reparatur der Nebenuhren

a) Voraussetzungen

Jeder Uhrmacher hüte sich, eine Nebenuhr auf seinen Werktisch zu bringen und seine für Groß- und Taschenuhren benutzten Werkzeuge für Nebenuhren anzuwenden; die starken magnetischen Felder der Dauermagnete machen sie ihm unweigerlich magnetisch! Reparaturen an Nebenuhren (ganz allgemein der elektrischen Uhren) müssen an einem besonderen Tisch und mit besonderen Zangen und Schraubenziehern durchgeführt werden.

An einer guten Nebenuhr ist auch nach Jahrzehntelangem Betrieb außer der gründlichen Reinigung kaum weiter etwas zu reparieren als das Nachpolieren von wenigen Zapfen und höchstens das Füttern der

Ankerwellenlöcher. Dagegen erfordert die Instandsetzung minderwertiger Fabrikate manchmal erhebliche Kenntnisse und Aufmerksamkeit, wenn auch weniger viel praktische Arbeit.

b) Der Dauermagnet

Fehlerhaft arbeitende Nebenuhren zeigen in der Mehrzahl der Fälle einen zu geringen dauer magnetischen Kraftfluß. Dieser Fehler wird durch die Bestimmung der Überlastungsspannung (Abschnitt 3f) festgestellt; schaltet die Uhr bei der doppelten Regelspannung oder weniger nicht mehr, so bedarf der Magnet des Nachmagnetisierens. Diese Abhilfe bedeutet aber nur dann einen Dauererfolg, wenn auch zugleich die Luftspalte enger gemacht werden, an Uhren mit Schwinganker besonders der obere, am Anker gelegene. Dieser Spalt ist oft von punktförmiger Form, wodurch die Kraftlinienzahl stark geschwächt wird. Man muß also versuchen, die Eisenmasse zu beiden Seiten durch Einfügen von geeignet geformten, am besten an dem Anker angebrachten Eisenstückchen zu vergrößern.

Das Nachmagnetisieren muß unter Anwendung von Akkumulatoren durchgeführt werden (6 bis 12 Volt, Autobatterie!); galvanische Elemente sind unbrauchbar, weil ihr innerer Widerstand zu hoch ist, um eine genügende Stromstärke abgeben zu können. Man umwickelt den Magneten mit Wachsdraht von 0,8 oder 1 mm Stärke und bringt so viele Windungen wie möglich auf. Dann hält man die beiden Enden der Wicklung für zehn bis zwanzig Sekunden an die Klemmen der Batterie. Die Spannung und Stromstärke ist dann richtig, wenn die Wicklung sofort heiß wird. Auf die Polarität des Magneten braucht man nicht zu achten, da sich bei falschem Anschluß der Magnet sofort umpolst. Ist ein Haufen magnet zu magnetisieren, so bewickelt man den einen Schenkel von rechts nach links und den anderen von links nach rechts. Nach Beendigung des Nachmagnetisierens klopft man den Magneten mit einem Holzhammer, um ihn zu „altern“, d. h. um ihm die Übersättigung zu nehmen. Das Nachmagnetisieren hat stets den Erfolg, daß die Überspannungsgrenze nach oben ansteigt und das Drehmoment zunimmt. Diese neuen Werte bleiben aber nur dann konstant, wenn die Luftspalte verbessert, also wenn der Kraftlinienfluß erhöht wird.

Die Pole jedes aus einer Uhr genommenen oder nachmagnetisierten Magneten müssen bis zum Wiedereinsetzen mit einem Stück Eisen kurz geschlossen werden.

c) Die Spulen

Eine Spule kann einen Drahtbruch oder auch einen Nebenschluß der Windungen haben; es kann ein Körperschluß der Windungen mit dem Kern des Elektromagneten vorliegen, und schließlich können auch die

Anschlußklemmen eine metallische Verbindung mit ihrer Unterlage, meistens der Werkplatte, erhalten haben.

Springt eine Nebenuhr mit der Regelspannung überhaupt nicht oder kaum, so kann Drahtbruch einer Spule, starker Körperschluß oder starker Windungsschluß bei der Spulen vorliegen, ein Fall, der freilich kaum jemals vorkommt. Man legt dann die ganze Regelspannung nacheinander an nur eine der beiden Spulen, und wird fast immer finden, daß dann die Uhr mit einer Spule besser springt als mit beiden. Die mit größerer Kraft arbeitende Spule ist dann in Ordnung, und die andere muß abgewickelt und untersucht werden.

Den Körperschluß einer einzeln Spule erkennt man dadurch, daß man die Verbindung beider Spulen voneinander löst und dann eine Untersuchung vornimmt. Man schaltet ein Element und ein Voltmeter hintereinander und legt dann einen der beiden Enddrähte dieser Schaltung einmal an den Spulendraht und den andern an das Eisen des Elektromagneten. Schlägt dann das Voltmeter aus, so hat die Spule Körperschluß. Dieses wiederholt man auch mit der zweiten Spule. Eine Unterbrechung der Wicklung ist meistens an den Anschlußenden zu suchen. Zieht man an ihnen und drückt sie wieder nach innen, so merkt man meistens, daß nur noch die Umspinnung den Zusammenhalt bildet.

Die Isolation der Anschlußklemmen untersucht man wie den Körperschluß; man entfernt die Anschlußdrähte der Spulen und hält die eine Anschlußleitung der Schaltung „Element-Voltmeter“ an

die Klemme und die andere an deren Unterlage (Werkplatte). Schlägt dann das Voltmeter aus, so hat die Klemme mit ihrer Unterlage metallische Verbindung, oftmals durch eine vorstehende Schraube.

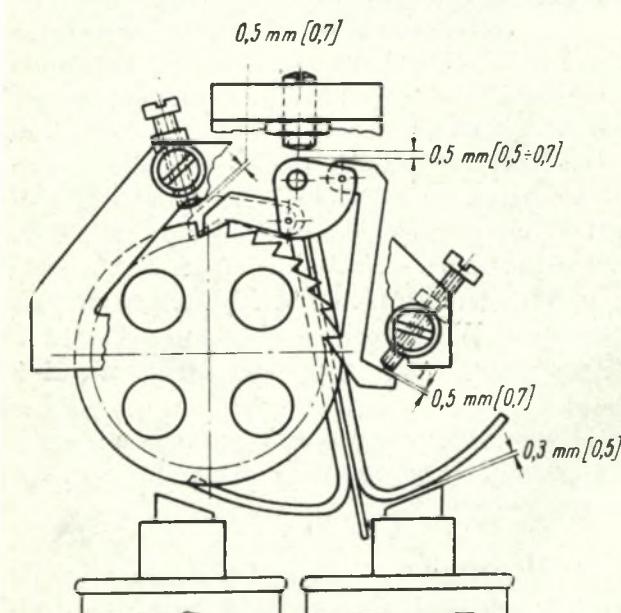


Abb. 87. Einstellung der Nebenuhr von Siemens & Halske

d) Die Uhren mit Schwinganker

An den mehrere Jahre im Netz gelegenen Uhren mit Stiftankerwerk hat der Reparateur immer die eingelaufenen Ankertstoffe zu ersetzen. Sie

werden genau gedreht, gut gehärtet und poliert. Bei diesen Uhren ist ganz besonders auf die Verkleinerung der Luftspalte hinzuarbeiten.

Die Uhren mit langem Schwinganker sind auf den Verschleiß der Schubklinken und ihrer Begrenzungen zu untersuchen. Nachdem die abgenutzten Stellen sauber in Ordnung gebracht sind, müssen die Klinken neu eingestellt werden. Die Firma Siemens & Halske hat für die Einstellung der Klinken ihrer Uhren genaue Maße angegeben, die aus der Abbildung 87 ersichtlich sind. Die eingeklammerten Ziffern gelten für das größere Werk.

Schwinganker mit langem und schwerem Anker sind von der lotrechten Lage abhängig; die Werke müssen daher in die Gehäuse so eingesetzt sein, daß der Anker nicht einseitig durch seine Schwerkraft belastet ist, wenn die durch die Ziffern 12 und 6 gedachte Verbindungslinie eine Lotrechte bildet.

e) Die Uhren mit polarisiertem Drehanker

Auch bei diesen Uhren ist eine Einstellung auf kleinste Luftspalte erforderlich. Ferner kommt es vor, daß die Anker auf ihrer Achsbuchse lose sitzen, und besonders, daß die in dieser Buchse angebrachten Prellstifte, die an die Fanggabel schlagen, sich gelöst haben. Dieser Fehler führt meistens zum Stillstand der Uhr. Ein selten vorkommender Fehler ist ein zu kurzer Ankerzapfen, der nicht bis auf den Deckstein reicht. Verbogene, unrund laufende Zeigerachsen müssen gerichtet werden. Dies ist besonders bei „langen Rohren“ zu beachten.

Die Eingriffe aller Nebenuhren sollen, ohne zu tief zu sein, möglichst wenig Zahluft haben, damit sich der Minutenzeiger scharf auf die Minute einstellt. Das zweite Zeigerwerk von Doppeluhren ist besonders auf eine geringe Zahluft einzustellen.

f) Die Uhren mit permanentem Drehanker

Sollte bei diesen Uhren jemals ein Nachmagnetisieren des Ankers erforderlich werden, so hat der Handwerker kein Mittel, um dies selbst ausführen zu können; er muß den Anker in die Fabrik senden. Diese Anker sind viel zu kurz, um auf sie eine genügende Windungszahl aufbringen zu können; sie müssen zwischen die Pole eines besonders geformten, sehr starken Elektromagneten gebracht werden. Bei einer Herausnahme des Ankers aus der Uhr soll man ihm mittels eines bügelartig geformten Eisenstückes kurzschließen.

Die Einstellung des Ankers der Uhr nach Abbildung 72 (Heliowatt-Werke) erfordert besondere Sorgfalt. Die beiden Bügelpaare umschließen den Ankerkreis rechts und links; sie verlaufen nicht wie nach Abbildung 73 über der Ankerstirnfläche. Daher zieht der Anker sowohl in der Ruhe wie in seiner Bewegung die beiden Bügel stark an. Der Anker

muß nun derartig eingestellt sein, daß sein Anzug auf beide Bügel ein vollständig gleichmäßiger ist. Diese Gleichmäßigkeit erkennt man daran, daß die (geringe) Höhenluft des Ankers nicht einen merkbaren Einfluß auf die Anziehung nach einem der beiden Bügel ausübt. Er darf sich nicht nach einer Seite einstellen wollen. Eine einseitige Anziehung setzte das Drehmoment stark, bis zum Werte Null, herunter.

Diese Sorgfalt ist für das Werk nach Abbildung 73 (Junghans) hinfällig. Bei dieser Uhr muß nur die Einfallscheibe des Sperrarmes zu der Anker-Ruhestellung derartig eingestellt sein, daß man den Anker aus der Ruhe heraus noch ein wenig zurückdrehen kann.

g) Die Zeiger

Die Zeiger aller Nebenuhren werden mit einem scharfen Ruck geschaltet. Daher müssen sie sehr fest auf ihren Futtern sitzen, und die Futter müssen entweder mit gut passenden Stiften auf der Minutenwelle befestigt oder bei kleinen Uhren verschraubt, bei größeren aber auf ein Viereck genau aufgepaßt sein. Das Vorgehen einer Nebenuhr hat sehr oft einen losen Minutenzeiger als Ursache.

Alle Nebenuhrzeiger sollen gut abgewogen sein. Man macht die Probe, indem man einen dünnen Schraubenzieher in das Zeigerloch steckt. Dann muß der Zeiger in jeder Stellung in der Schwebe bleiben. Ist das Gegengewicht zu schwer, so feilt man von dem hinteren Bleistück etwas fort; ist es zu leicht, so lötet oder nietet man etwas auf.

Die Zeiger werden mit einem Mattlack sauber gestrichen.

17. Die Ölfrage

Jede Nebenuhr hat nur dann die erforderliche Höhe der Betriebsicherheit erreicht, wenn sie, gegen Staub gut abgedichtet, viele Jahre ohne Öl läuft. Daher ist die Ölfrage hier, im Gegensatz zu den mechanischen Uhren, keine heikle; sie wird bei Nebenuhren durch die große Kraft im Räderwerk zu einer Nebenfrage. Es soll aber ein Öl verwendet werden, das schließlich nach entsprechender Betriebszeit verdunsten, aber nicht verhärten darf. Denn verharztes Öl bildet einen hohen zusätzlichen Reibungsverlust, der das Drehmoment herabsetzt und damit die Betriebssicherheit um Jahre kürzen kann.

X. Die elektrischen Turmuhren

1. Allgemeines

Die Turmuhr ist die Uhr für größte und für nicht mit Glas abgedeckte Zifferblätter. Jahrhunderte hindurch war sie der Allgemeinheit in Stadt und Dorf der maßgebliche Zeitanzeiger, nach dem die Hausuhren gerichtet wurden. Je nach der Größe und Anzahl der Zifferblätter wird ein größeres oder kleineres Werk mit schweren oder leichteren Gewichten erforderlich, und es wurde und wird noch heute besonderer Wert auf ein vollständiges und aus weiter Umgebung hörbares Stundenschlagen der Turmuhr gelegt, dessen Anwendung durch die in jedem Kirchturm vorhandenen großen Glocken von vornherein gegeben war.

In seinem Buch „Anleitung zur Aufstellung und Instandhaltung von Turmuhren“ (Verlag der Deutschen Uhrmacher-Zeitung, Berlin SW 68) stellt Alfred Ungerer eine Tabelle über das dem Glockengewicht zugeordnete Hammerge wicht auf, welche für Bronzeglocken für die kleinsten Werte 11 kg Gewicht und 26 cm unterer Glockendurchmesser zu 0,5 kg Hammerge wicht, für die mittleren 200 kg/70 cm zu 5 kg und für die größten 3000 kg/168 cm zu 30 kg enthält. Diesem Verhältnis muß Größe und Kraft des Schlagwerkes entsprechen, während der Zifferblattdurchmesser und die Anzahl der Blätter maßgeblich für die erforderliche Kraft des Gehwerkes sind.

Der Verfasser gibt auch die wichtige Formel an, daß der vorteilhafteste Zifferblattdurchmesser für Turmuhren, der also eine aus weiter Entfernung ablesbare Zeitangabe verbürgt, den zwölf teilen Teil der Höhe betragen soll, in dem das Blatt sich über dem Fußboden befindet. Liegt also die Minutenzeigerwelle beispielsweise 40 m über der Erde, so soll demnach der Zifferblattdurchmesser 3,20 m betragen. Diese Regel wird auch mit gutem Erfolg auf öffentliche Nebenuhren in Anwendung gebracht werden können.

Das Schlagen der Turmuhren in Stadt und Dorf war von jeher ein Sinnbild der Vergänglichkeit und der Ordnung menschlichen Tuns; es ist aus dem kulturellen Menschenleben nicht wegzudenken. Wenn der Bauer auf dem Felde arbeitet, so sind ihm die Stundenschläge der Dorf uhr Richtlinien für Arbeitspausen und Feierabend; er will sie auf seinem Acker hören können. So sind die verschiedensten Turmuhr-Schlagwerke entstanden; Ungerer nennt folgende:

1. Stundenschlag.
2. Stunden- und Halbstundenschlag.
3. Beides auf verschiedenen Glocken.

4. Dreiviertel- und Vierviertel-Stundenschlag mit einfaches, doppeltem oder dreifachem Schlag.
5. Stundenschlag mit Wiederholung nach einer Pause.
6. Stundenschlag mit sofortiger Wiederholung auf einer größeren Glocke.

Der Vorrang früherer Zeiten, als m a ß g e b l i c h e r Zeitanzeiger zu dienen, ist der Turmuhr durch die verbesserte Zeitmessung und die elektrische Zeitübertragung genommen worden, wie nachstehend ausgeführt ist.

Eine Unterstufe der Turmuhr ist die Hof- und Fabrikuhr, wie sie früher in Schlössern, auf Gütern und an Fabrikgebäuden viel zu sehen war. Sie ist heute durch die elektrische Nebenuhr größtenteils ersetzt worden.

2. Die Turmuhr als Hauptuhr

Seit dem Bestehen elektrischer Uhrenanlagen lag vielen Herstellern von Turmuhren der Gedanke nahe, ihre Turmuhren als Hauptuhr auszubilden, sie also mit einem Stromwechselkontakt zu versehen. Leider spukt dieser Gedanke noch heute in einigen Köpfen. So sehr das Bedürfnis vorhanden ist, in Sakristei, Chorboden und dem nahegelegenen Pfarrhaus eine einheitliche Zeit mit der Turmuhr zu schaffen, so technisch falsch ist es, die Turmuhr als Hauptuhr zu benutzen.

Denn eine Turmuhr wird, allen gegenteiligen Behauptungen entgegen, niemals die Ganggenauigkeit haben, die von einer Hauptuhr verlangt werden muß. Sie ist im Turm sehr starken E r s c h ü t t e r u n g e n (Turmschwanken) ausgesetzt und ebenso den größten Temperaturunterschieden. So ist mir z. B. der Beweis dafür erbracht worden, daß der Kranz eines neu errichteten, am Fuße 16 m Durchmesser messenden und 100 m hohen Fabrikkamins bei Windstille am Erdkörper rhythmisch in Form einer Ellipse schwingt, deren großer Durchmesser 18 cm beträgt. Bei Wind entsteht hingegen ein unregelmäßiges Schwingen mit stark vergrößerten Amplituden. Gleiche Schwingungen, nur in ihren Ausmaßen abgestuft nach der Turmhöhe, muß jede Turmuhr mitmachen.

Wie sollte unter solchen Bedingungen eine Uhr regelmäßige Gänge haben können? Die Unmöglichkeit dessen ist durch einen Versuch von Dr. S. R i e f f e r bewiesen, bei dem der Einbau eines seiner Kompressionspendel in die Turmuhr der Frauenkirche in München ein völlig negatives Ergebnis zeitigte.

Eine Turmuhr kann somit niemals eine brauchbare Hauptuhr sein, aber ist ist eine vorzügliche Nebenuhr.

3. Die Turmuhr als Nebenuhr

Schon vor vielen Jahrzehnten hat die Firma Wagner eine durchaus betriebssicher arbeitende Konstruktion geschaffen, um Turmuhren an

elektrische Uhrenanlagen anschließen zu können, sie also als Nebenuhren arbeiten zu lassen. In Abbildung 88 ist diese Einrichtung dargestellt; sie ist später von vielen Turmuhr-Herstellern übernommen worden. Die Einrichtung ist folgende:

Das Pendel ist nach hinten oder vorne aus dem Bereich der Steiggradzähne gerückt, kann aber meistens wieder eingerückt werden, so daß die Turmuhr jederzeit auch mit Pendel laufen kann. Auf der Steiggradwelle ist ein Windflügel angeordnet, um die minutliche Zeigerbewegung in eine gleitende zu verwandeln. An der Uhr ist ein kräftiges Nebenuhrwerk verschraubt, auf dessen Ankerwelle eine mit vier Stiften versehene Scheibe angebracht ist.

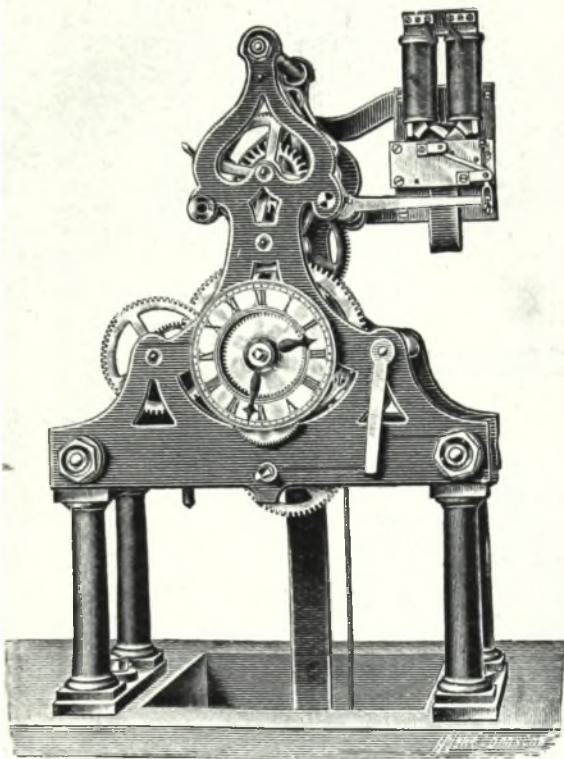


Abb. 88. Turmuhrauslösung (Wagner)

Die eigentliche Auslösevorrichtung zeigt Abbildung 89. Auf der Steiggradwelle sitzt der Sperrarm *b* und die Exzenter scheibe *c*. Der Arm *b* liegt in Ruhe auf dem im Drehpunkt des Auslösearmes *d* angebrachten Nocken *e* auf. Alle Minute einmal läuft einer der vier Stifte *f* des Nebenuhrankers unter dem Hebelarm *g* durch, wodurch der Arm *d* frei wird und abfällt. Dadurch wird auch der Sperrarm *b* frei, das Steig-

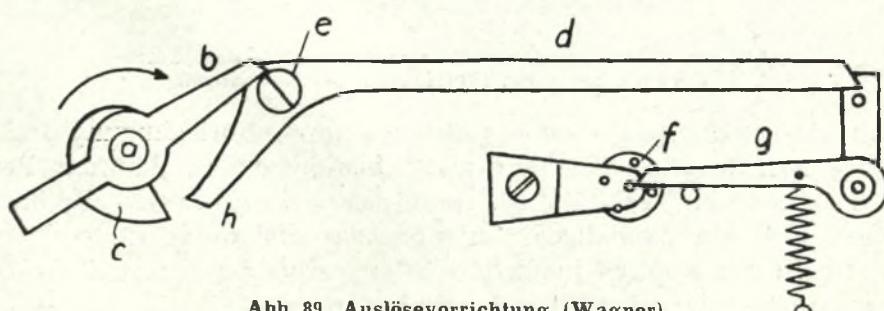


Abb. 89. Auslösevorrichtung (Wagner)

rad dreht sich, die Turmuhrzeiger rücken um eine Minute vor. Mit dieser Drehung des Steigrades hebt aber gleichzeitig der Exzenter *c* die Nase *h* des Auslösearmes *d* wieder hoch, so daß das Steigrad nach

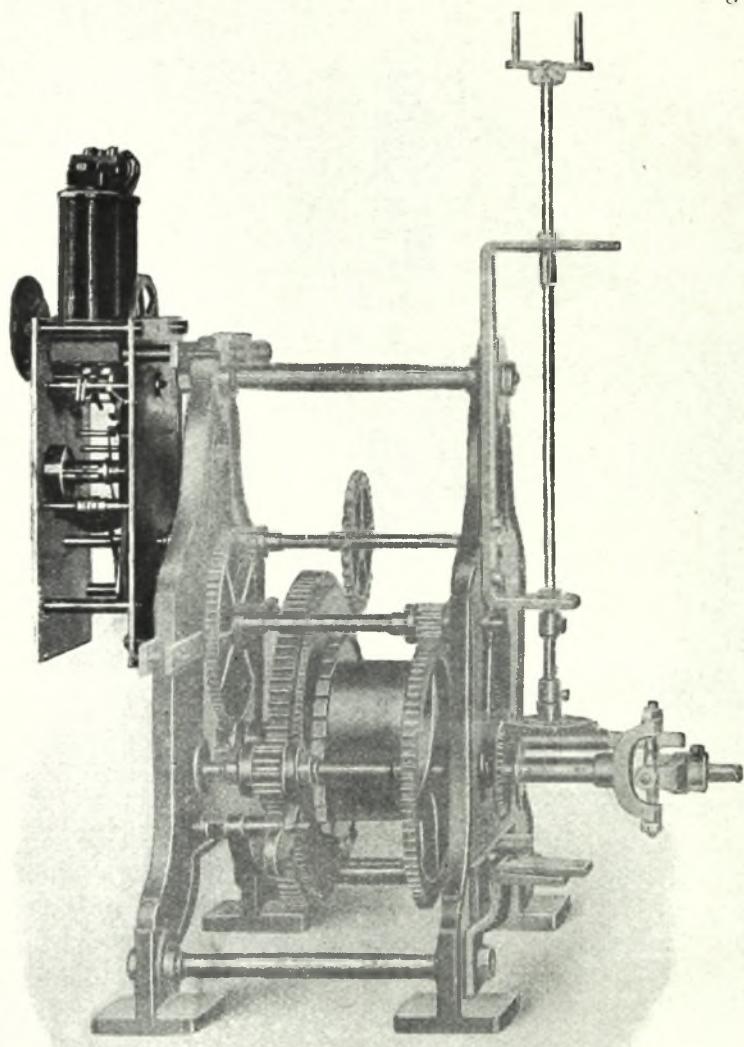


Abb. 90. Turmuhrauslösewerk, unmittelbar mit dem Turmuhrwerk gekuppelt (Telefonbau und Normalzeit)

genau einem Umgang wieder stillstehen muß. Vorbedingung für das richtige Arbeiten der Turmuhr als Nebenuhr ist es, daß das Pendel ein Sekundenpendel ist, weil das Nebenuhrwerk allminutlich auslöst, dem ein einmaliges Umlaufen des Steigrades zugeordnet ist. Sind Uhren mit anderen Pendellängen anzuschließen, so muß ihr Übersetzungsverhältnis entsprechend geändert werden.

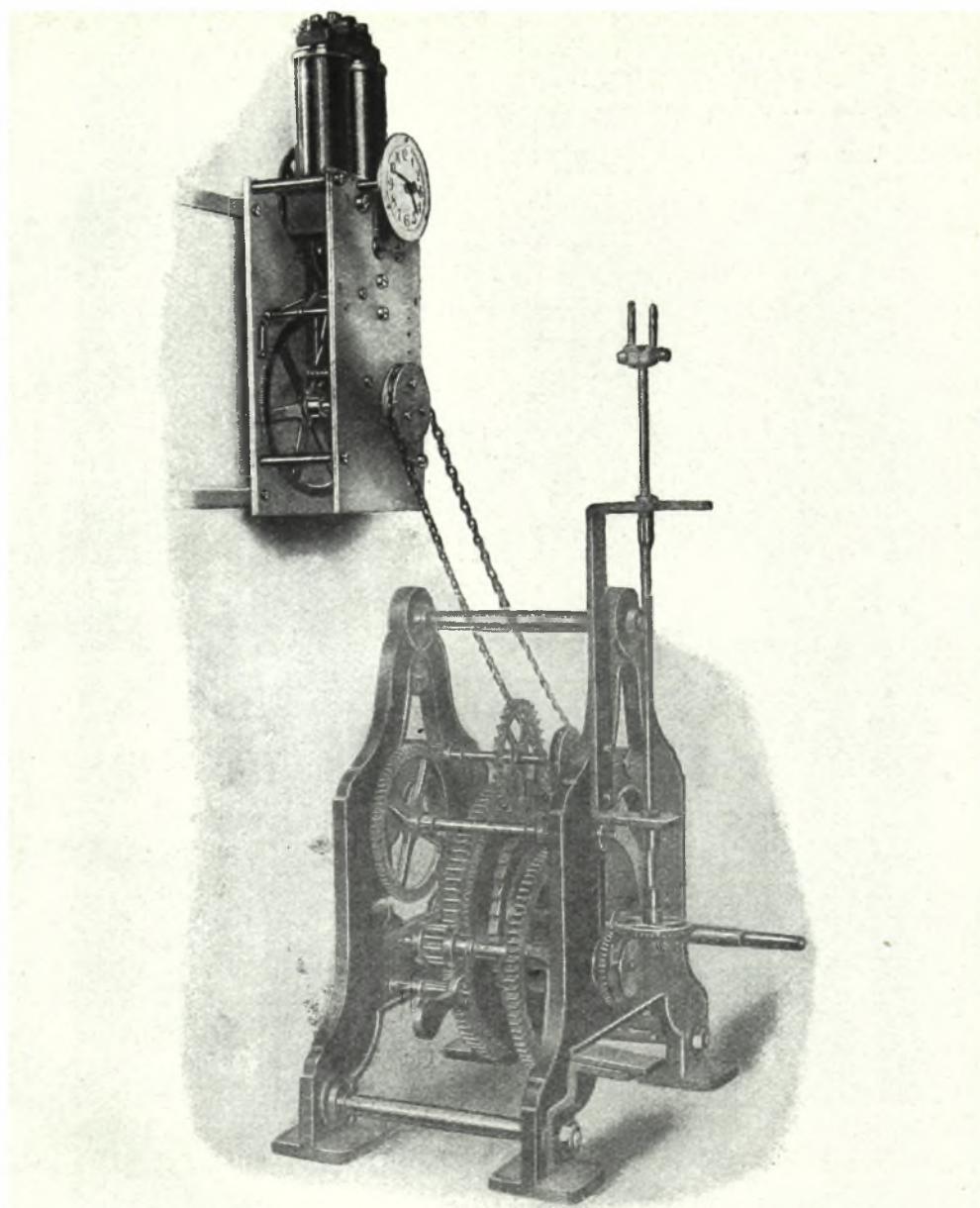


Abb. 91. Turmuhrauslösung (Telefonbau und Normalzeit)

Eine allgemeiner verwendbare Auslösevorrichtung hat die Firma Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. geschaffen; sie kann für Umläufe des Turmuhr-Steigrades von ein, zwei, drei oder sechs Minuten ohne weiteres verwendet werden, und sie lässt sich ohne Umbau an allen Uhren anbringen. Die Abbildungen 90 und 91 veranschaulichen diese Einrichtung. Für die Art nach Abbildung 90 ist ein vorstehender

Steigradzapfen Bedingung, die für den Kettenantrieb nach Abbildung 91 nicht erforderlich ist, wobei die Uhr nicht einmal zerlegt zu werden braucht, weil das auf der Steigradwelle zu befestigende Kettenrad halbteilig gebaut ist. Weiter kommt bei diesen Anordnungen auch der Windflügel für das Steigrad in Fortfall, da in dem Auslösewerk eine gleich-

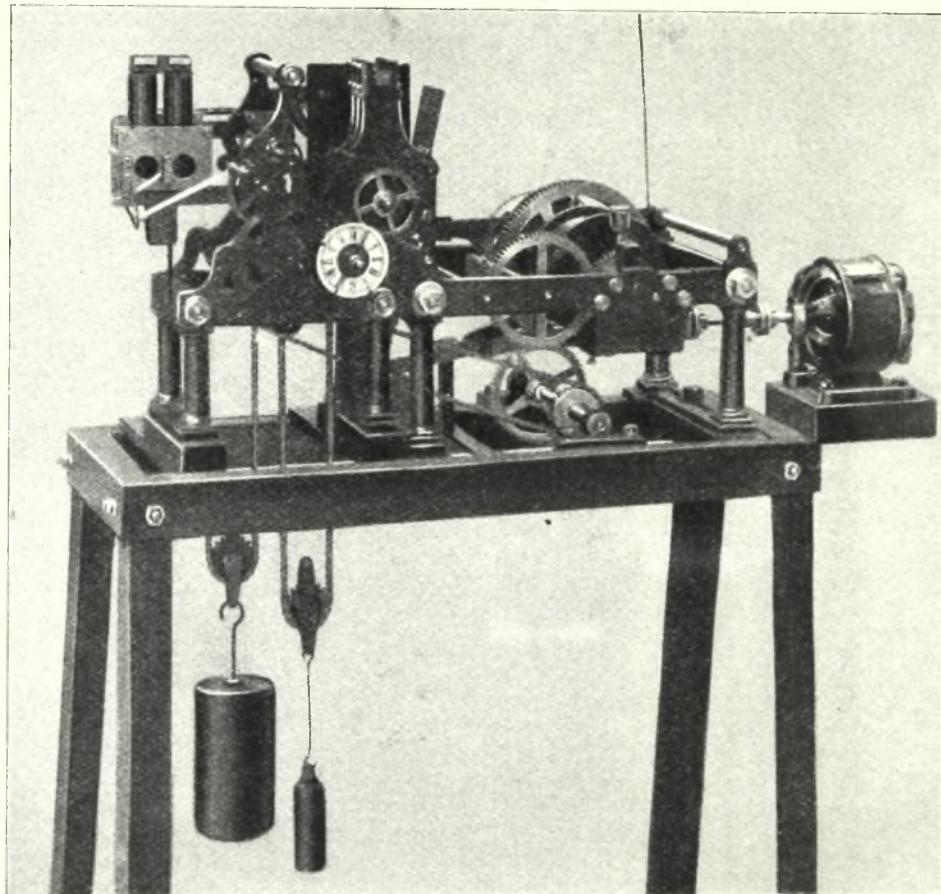


Abb. 92. Turmuhr als Nebenuhr (Ungerer)

mäßig wirkende Bremse angebracht ist, welche die Geschwindigkeit des Steigrades regelt. Diese Einrichtung erleichtert die Umstellung von selbstständig gehenden Turmuhren auf den Nebenuhrenbetrieb sehr. Die Abbildung 92 zeigt eine von der Firma Ungerer für die Börse in Amsterdam gelieferte Turmuhr mit der Auslösevorrichtung nach Wagner und mit elektrischem Aufzug.

Besitzt eine Gemeinde eine gut sichtbare Turmuhr mit weit hörbarem Schlag, so rechtfertigt dieser Umstand allein schon die Errichtung einer kleinen Uhrenanlage. Eine Hauptuhr, aufgestellt in einem der Kirche

nahegelegenen Hause und betreut, d. h. nach dem Radio-Kurzzeichen alle Woche einmal genau eingestellt von dem Hausbesitzer, verbürgt der Gemeinde die optische und akustische Verbreitung genauer MEZ.-Zeit dann, wenn die Turmuhr als Nebenuhr an die Hauptuhr angeschlossen wird. Jeder Uhrmacher sollte sich bemühen, diesen Fortschritt der Zeitverteilung seinem Wohnorte nutzbar zu machen! Ist das Ziel erreicht, so wird im Laufe der Zeit aus einer kleinsten eine größere Uhrenanlage werden.

4. Der elektrische Turmuhr-Aufzug

Das wöchentliche oder gar tägliche Aufziehen der schweren Gewichte einer Turmuhr in Verbindung mit dem Treppensteigen ist eine erhebliche Arbeitsleistung, die bei Anwendung des selbsttätigen Motoraufzuges vermieden wird. Wenn auch diese, von allen Turmuhrherstellern gelieferten Konstruktionen in der Ausführung von einander abweichen, so lehnen sie sich doch an das Prinzip an, daß die Gewichte des Geh-, Voll- und Viertelschlagwerkes nach Erreichung eines bestimmten Tiefstandes durch einen oder mehrere Motore aufgezogen werden.

Als Übertragungsglieder von Motor zum Räderwerk kommen Schnecke und Gelenkkette in Anwendung. In manchen Fällen wird das leichtere Gehwerksgewicht durch den Ablauf des Schlagwerkes wieder aufgezogen, so daß der Motor dann nur die beiden Schlagwerksgewichte aufzuziehen hat.

Die Kontaktanordnungen sind recht verschieden; meistens schließt ein am Schlagwerk angebrachter Kontakt den Motorstromkreis, während ein Höhenkontakt oder ein aus der oberen Gewichtshöhe gesteuerter Kontakt die Ausschaltung übernimmt. Alle elektrischen Selbstaufzüge müssen der Bedingung genügen, daß ein kräftiges Gegengesperre während der Aufzugperiode die Gewichte ersetzt. Die Lösung dieser Bedingung hat lange auf sich warten lassen; sie ist durch die Anwendung von Differentialgetrieben zwischen der Motorwelle und den Walzenrädern nunmehr einwandfrei gefunden worden.

Reine Motoraufzüge zeigen den Mangel, daß ihre durch den Gewichtsablauf gegebene Gangreserve um so kleiner werden kann, je länger die Aufzugperioden auseinander liegen. Geht beispielsweise eine Uhr mit einem vollen Gewichtsablauf dreißig Stunden, zieht der Motor täglich einmal auf, und der Strom setzt kurz vor dem Aufzug aus, so beträgt die Gangreserve nur wenige Stunden. Daher soll bei möglichst großer Fallhöhe die Folge der Aufzugsperioden eine kurze sein. Denn es darf nicht vergessen werden, daß die an Überlandwerke angeschlossenen Ortschaften recht oft Stromunterbrechungen von zehn Stunden und mehr, namentlich Sonntags, zu verzeichnen haben.

Dieser Mangel wird behoben durch Anwendung der Stromreserve anstatt der Gangreserve, indem man den Motor aus einer Akkumulato-

renbatterie speist. Leider ist diese Möglichkeit der Kosten wegen nicht immer gegeben; wenn auch oft versucht wird, die Batterie einer Uhrenanlage für diesen Zweck mit heranzuziehen, so wird der Versuch meistens an den Kosten scheitern, die sich aus der Verlegung besonderer Leitungen zu der Turmuhr ergeben; auch wird diese Möglichkeit mit der Zunahme der Reihenschaltung der Nebenuhren mehr und mehr abnehmen, da die geringe Kapazität der Batterien dieser Anlagen den Anschluß der Aufzugmotoren verbietet.

Wenn somit die Möglichkeit der zweifachen Verwendung von Uhrenbatterien auf kleinere Städte und Ortschaften beschränkt bleibt, so ist allerdings andererseits zu beachten, daß die verkaubten Starkstromnetze der Großstädte so selten Störungen zeigen, daß ein vielleicht einmaliger Ausfall im Jahre auch für den Turmuhrenbetrieb hingenommen werden kann, wobei noch zu bedenken bleibt, daß ein Ausfall meistens eine nur sehr kurze Zeit dauert und außerordentlich selten in die Aufzugsperiode einer Turmuhr fallen wird.

5. Motor-Zeiger- und Schlagwerke

Die Aufstellung von Turmuhren macht oft deswegen erhebliche Schwierigkeiten, weil die erforderliche Fallhöhe der Gewichte nicht zur Verfügung steht. Deshalb haben elektrotechnische Firmen Neukonstruktionen entwickelt, die einen rein elektrischen Antrieb durch Motor und eine minutliche Auslösung des Motors durch eine Hauptuhr zur Grundlage haben. Dadurch beschränkt sich der mechanische Teil des Gehwerkes auf ein Zeigerwerk, das unmittelbar hinter dem Zifferblatt angebracht werden kann, so daß auch die umfangreichen Zeigergestänge fortfallen. Die dann unbedingt erforderliche Gangreserve bzw. Stromreserve wird entweder durch den Motorantrieb aus einer Batterie gewonnen, oder der Starkstrommotor läuft nach einem Stromausfall um so viele Minuten nach, wie sie während der Unterbrechung verflossen sind.

Beide Verfahren muß man als zweckentsprechend ansehen, wenn es auch, wie schon ausgeführt, manchmal schwierig sein wird, eine besondere Batterie aufzustellen, oder es als unangenehm empfunden wird, daß bei jedem Stromausfall die Zeiger aller Zifferblätter unbedingt stehenbleiben. Zu diesen Motor-Zeigerwerken können sehr einfache Motor-Schlagwerke geliefert werden, die, durch einen Motor angetrieben, schwere Schlaghämmere zu treiben fähig sind.

6. Die Beleuchtung

Jedes Turmuhrzifferblatt läßt sich vom Dach eines gegenüberliegenden Hauses aus mittels eines kleinen Scheinwerfers anstrahlen, wodurch ohne Rücksicht auf die Ausführung des Zifferblattes eine einwandfreie Beleuchtung entsteht.

Dagegen sind für die Beleuchtung vom Standort der Uhr aus Sonderkonstruktionen erforderlich. So empfiehlt Ungerer, für Blätter bis zu 2 m Durchmesser eine helle, durchsichtige Scheibe als Zifferblatt zu verwenden mit Ziffern oder Strichen aus gelbem Stoff auf der Rückseite und mit aus Metallrähmchen bestehenden, hinter der Scheibe umlaufenden Zeigern, die mit dem gleichen Stoff bespannt sind. Ist die Rückwand tiefschwarz gestrichen, und sind die zwischen Zeigern und Rückwand angebrachten Beleuchtungslampen weit genug von den Zeigern entfernt, so soll die Wirkung dieses Blattes sowohl am Tage wie auch nachts eine sehr schöne sein.

Für große Eisenblätter empfiehlt Ungerer, die Striche auszuschneiden, in die Öffnungen Glas einzusetzen, die außen umlaufenden Zeiger hohl zu formen und mit kleinen elektrischen Birnen zu besetzen.

Siemens & Halske dagegen haben für ihre Motor-Zeigerwerke eine außerhalb der Zeiger an der hohlen Zeigerwelle angebrachte Lampe mit Rückstrahlung auf das Blatt angeordnet. Die Abbildung 93 zeigt die Wirkung dieser Anordnung.

7. Die Konstruktionen

In der Abbildung 94 sehen wir eine mit Viertel- und Stundenschlag ausgerüstete Turmuhr mit Selbstauftzug der Firma Ph. Hötz K.-G. in Ulm a. D. Das schwere Gehwerksgewicht senkt sich stündlich um 4 cm und erreicht innerhalb des Uhrschrankes eine zehnstündige Gangreserve. Wie die Abbildung zeigt, werden die beiden Schlagwerke durch je einen Motor unmittelbar angetrieben; sie arbeiten also ohne Gewichte und setzen bei Stromunterbrechung aus. Da sie aber beide als Rechen-

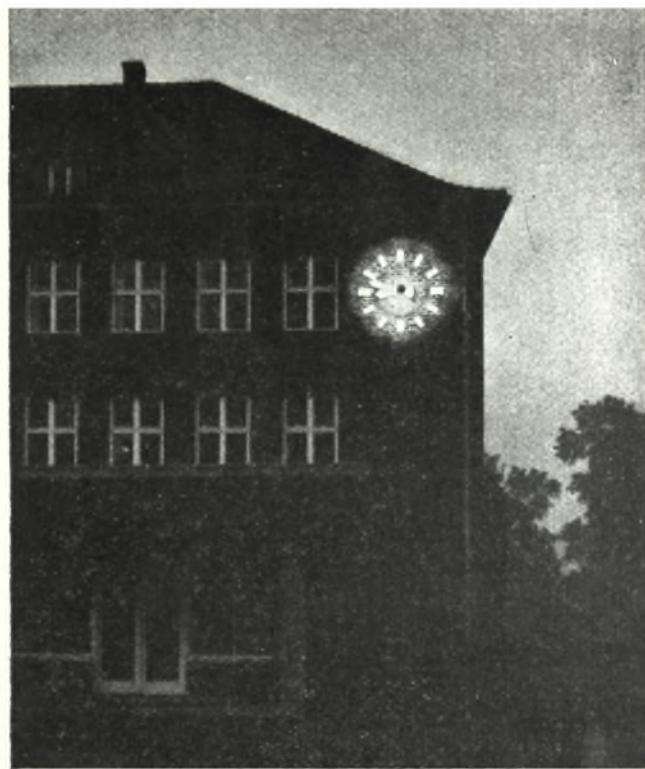


Abb. 93. Turmuhrbeleuchtung (Siemens & Halske)

s c h l a g w e r k ausgebildet sind, so werden sie auch nach Stromunterbrechungen niemals falsch schlagen können. Das Gehwerk gewicht wird viertelstündlich durch das Viertelschlagwerk aufgezogen. Durch diese Einrichtung entsteht eine große Gangreserve, weil von ihr höchstens eine Viertelstunde in Abzug zu bringen ist. Die zehnstündige Gang-

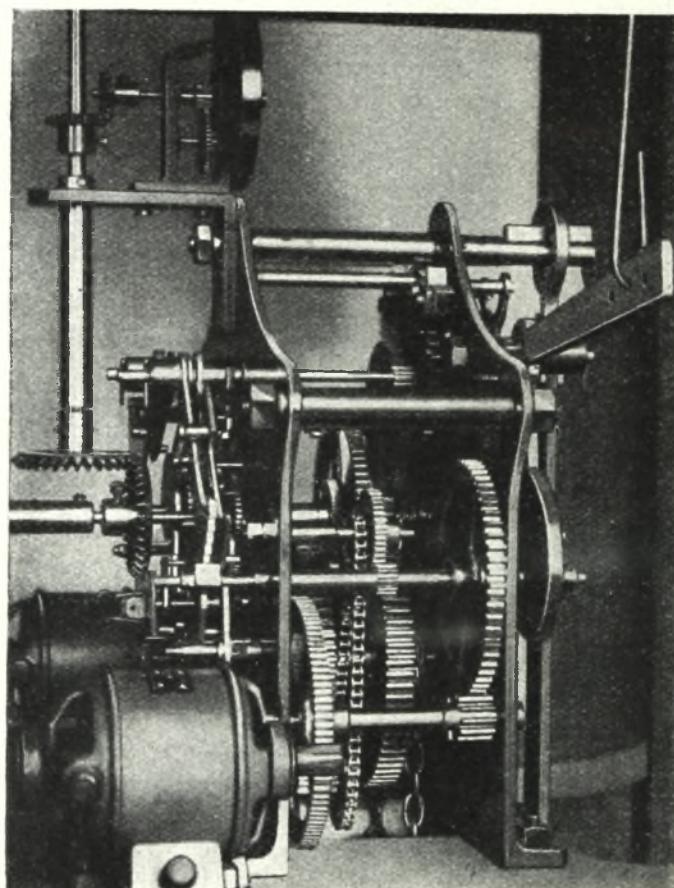


Abb. 94. Turmuhr von Ph. Hörrz, Ulm a. D. (mit zwei Motoren)

reserve kann selbstverständlich durch Erhöhung der Falltiefe, also durch Durchbrechung des Gehäusebodens, um so viel Stunden verlängert werden, wie vielmals 4 cm Falltiefe zur Verfügung stehen.

Diese Konstruktion muß man als eine besonders zweckentsprechende beurteilen, da sie folgende Vorzüge in sich vereinigt: Stets richtiges Schlägen, lange Gangreserve auf geringem Raum, Einfachheit, geringer Raumbedarf und Billigkeit. Es ist bedauerlich, daß die Firma diese Uhr nur für Blätter bis zu 1,40 cm Durchmesser liefern kann, weil die Aufzugzeit des Viertelwerkes nur kurz ist.

Die Abbildung 95 bringt eine Wiedergabe einer Uhr der Firma E d. K o r f h a g e & S ö h n e in Buer Bez. Osnabrück. Sie kann entweder mit Riemen- oder auch mit unmittelbarem Motor-Antrieb geliefert werden. Der Motor ist täglich nur wenige Minuten in Betrieb.

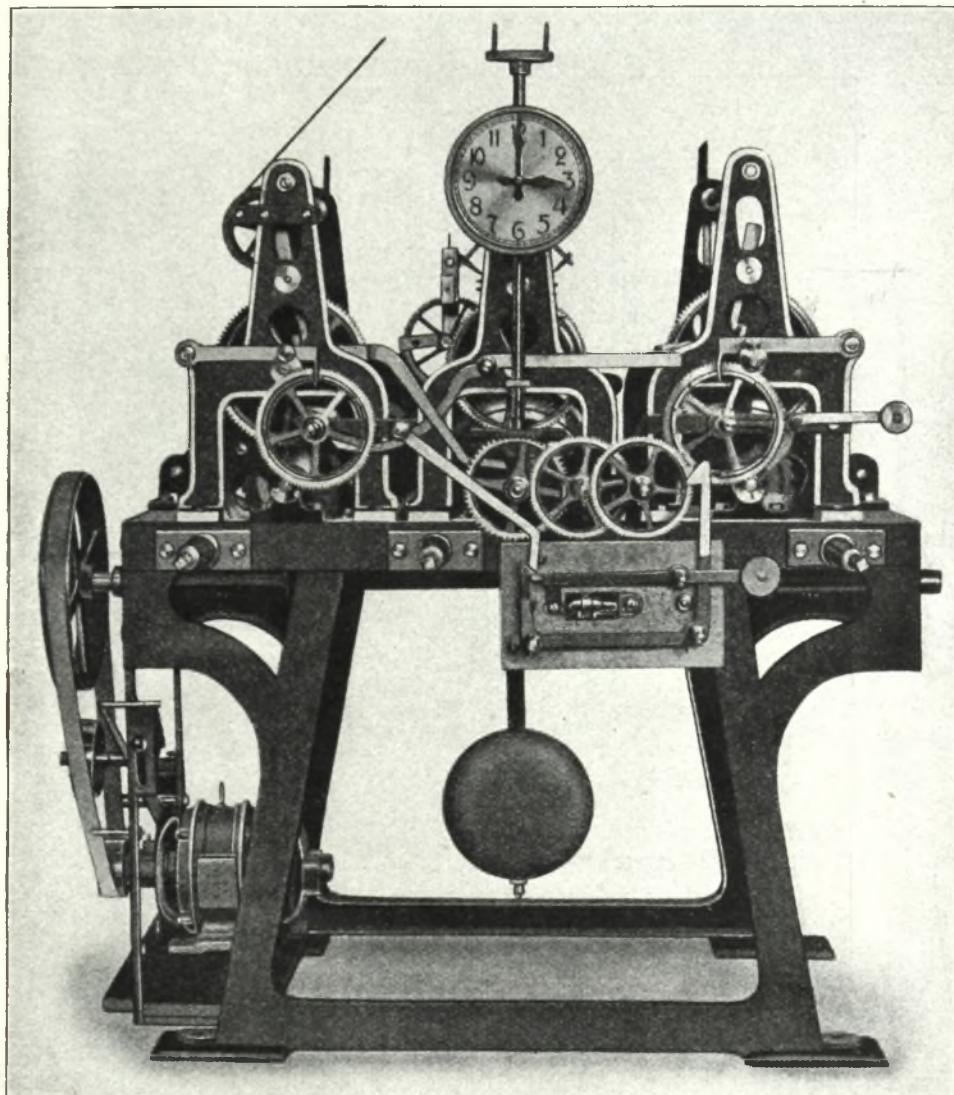


Abb. 95. Turmuhr, schwere Ausführung, mit elektrischem Aufzug für Voll- und Viertelschlag (Korfhage)

Die Firma J. N e h e r S ö h n e G. m. b. H. in München liefert ein Motor-Zeigerwerk für Schwachstrombetrieb nach Abbildung 96. Der Motorstromkreis wird allminutlich durch ein Nebenuhrwerk geschlossen, so daß der Motor so viele Umdrehungen im Verhältnis 1 : 2700 macht,

daß die senkrechte Zeigerwelle genau $\frac{1}{60}$ Umdrehung ausführt. Der Motor arbeitet mit 12 Volt und hat eine Leistung von $\frac{1}{30}$ PS = 25 Watt. Somit wird der Batterie allminutlich ein geringer Strom von 2 Ampere entnommen.

Einen neuen Weg der Turmuhrkonstruktion ist die Firma Siemens & Halske A.-G. in Berlin gegangen, indem sie Motor-Zeigerwerke mit

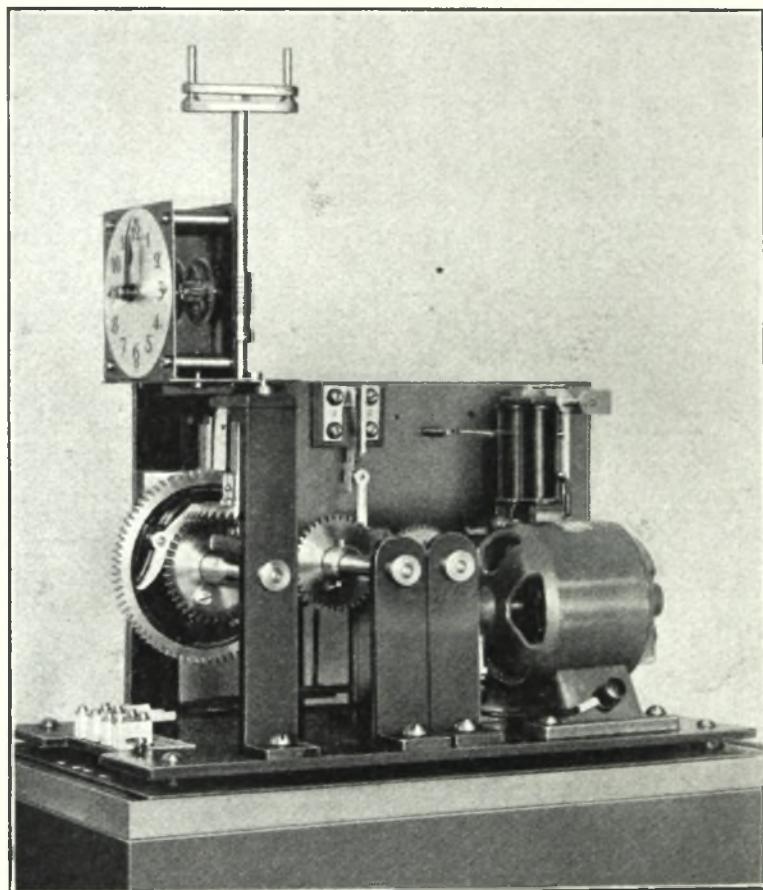


Abb. 96. Motor-Zeigerwerk (J. Neher Söhne G. m. b. H.)

selbsttätigem Nachlauf baut. Ein solches Werk zeigt die Abbildung 97. Durch die vollkommene Kapselung aller Teile hat es jede Ähnlichkeit mit einer Turmuhr verloren; es wird angewandt für Zifferblätter von 1 bis 4,5 m Durchmesser. Die Einrichtung ist folgende:

Der links angebrachte gekapselte Motor treibt ein Untersetzungsgetriebe an, das auf die hohle Zeigerachse von rund 7,5 cm Durchmesser arbeitet. Der Motor wird allminutlich durch ein rechts sichtbares Nebenuhrwerk angelassen und treibt dadurch die Zeiger um



Abb. 98. Steuerung des Motor-Zeigerwerkes von Siemens & Halske

10*

147

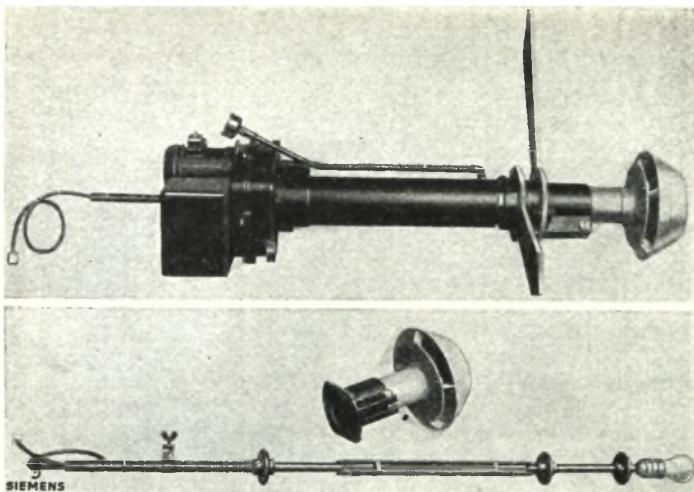


Abb. 99. Beleuchtungseinrichtung für Motor-Zeigerwerk
(Siemens & Halske)

In Abbildung 99 ist die Beleuchtungseinrichtung des Zifferblattes dieser Uhr dargestellt. Die 100kerzige Lampe mit ihren beiden Zu- leitungen wird durch die hohle Zeigerwelle nach außen geschoben. Sie ist umkleidet mit einem als Rückstrahler wirkenden Reflektor, der das Licht auf das Blatt wirft.

Zu dem besprochenen Motor-Zeigerwerk werden Motor-Einschlag-Werke verwendet, die ohne weiteres als Voll- und Viertelwerke arbeiten können, weil sie von einem kleinen Nebenuhr-Schlagwerk elektrisch gesteuert werden. Zwei derartige Schlagwerke zeigt die Abbildung 100. Die Schlagfolge regelt sich dadurch, daß ein Rad des Nebenuhr-Schlagwerkes für jeden

Glockenschlag einen Kontakt gibt, der durch eine Relaisübertragung den Motor für die Zeit eines Hammerhubes einschaltet. Die Viertelschläge werden durch ein zweites Nebenuhr-Schlagwerk gesteuert und auf das zweite Motor-Schlagwerk übertragen.

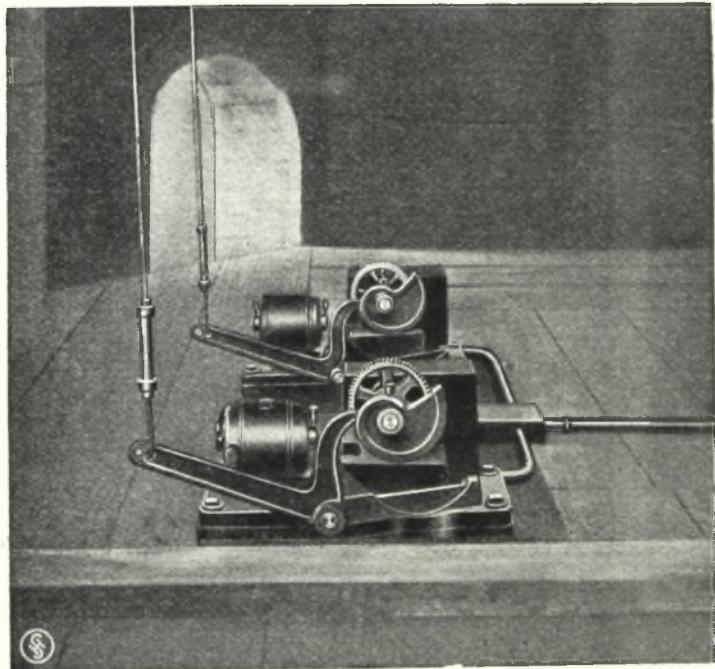


Abb. 100. Motor-Schlagwerke (Siemens & Halske)

Nach der Abbildung 101 baut die Firma Telefonbau und Normalzeit K. Lehner & Co. in Frankfurt a. M. Motor-Zeigerwerke für Zifferblätter bis zu 2,5 m Durchmesser, die von einer

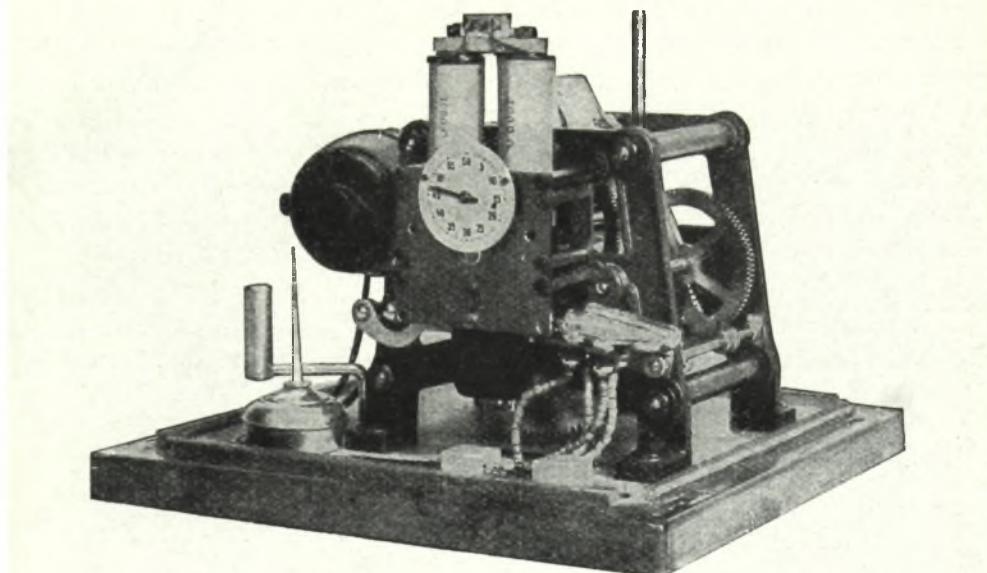


Abb. 101.
Motor-Zeigerwerk mit Gangreserve (Telefonbau und Normalzeit)

Hauptuhr gesteuert werden und mit einer durch Gewichtsantrieb erreichten vierundzwanzigstündigen Gangreserve versehen sind. Außerdem stellt die Firma Motor-Zeigerwerke nach Abbildung 102 bis zu 5 m Zifferblattdurchmesser her, deren Motor aus einer Batterie gespeist wird, so daß eine durch die Batteriekapazität begrenzte Strom-

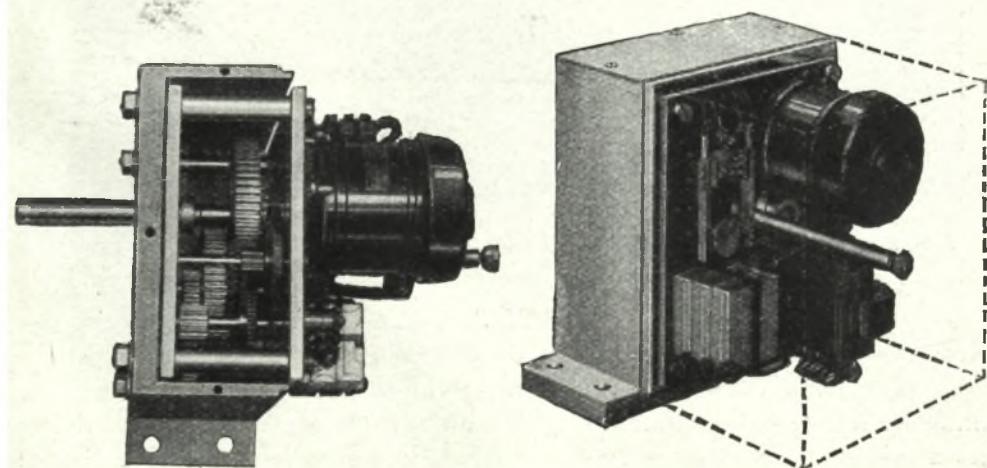


Abb. 102. Motor-Zeigerwerk mit Stromreserve (Telefonbau und Normalzeit)

reserve besteht. Damit diese möglichst groß wird, empfiehlt die Firma die Anwendung der Dauerladung.

Die Firma U n g e r e r F r è r e s & C i e. in Straßburg liefert Turmuhrn aller Größen mit elektrischem Aufzug nach Abbildung 103. Das Gehwerk wird durch eine Hauptuhr allminutlich ausgelöst; das Schlagwerk besteht nur aus einem Motor mit Zählwerk. Die Stundenzählnocke wird durch ein Nebenuhrwerk synchronisiert, so daß nach einem Stromausfall die Uhr stets richtig schlägt; aber während der Stromunterbrechung fällt das Schlagwerk aus. Diese Ausführung läßt ein kleines, billiges Werk mit geringem Raumbedarf entstehen, jedoch wird die Gewicht-Fallhöhe nicht entbehrlich.

Von der Firma B. V o r t m a n n in Recklinghausen i. W. werden Turmuhrn seit dem Jahre 1851 gebaut; ihr neues Voll- und Viertelwerk mit elektrischem Aufzug zeigt die Abbildung 104. Das Schlußrad des

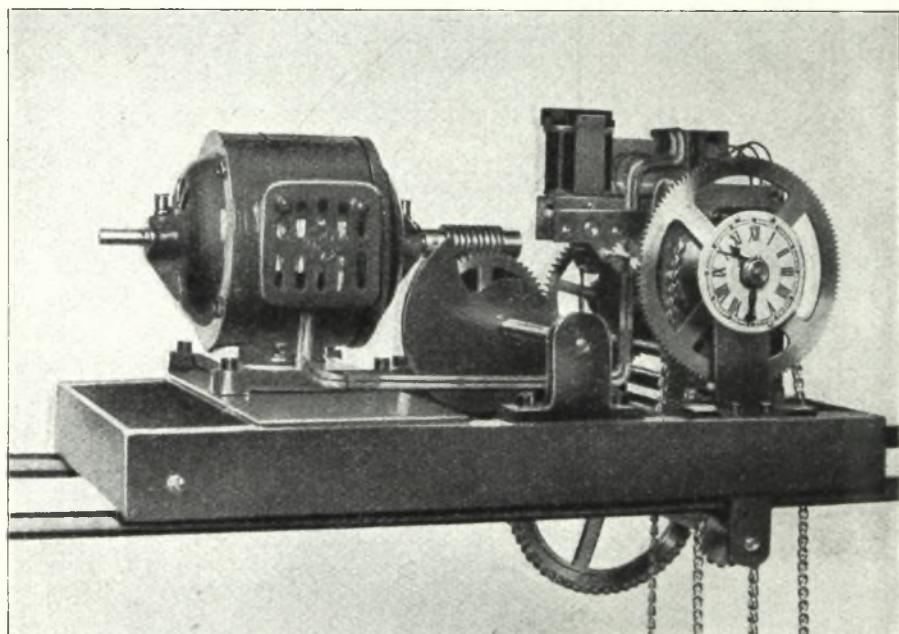


Abb. 103. Turmuhr mit elektrischer Auslösung, Schlag- und Zählwerk (Ungerer)

Vollschlagwerkes schließt alle zwölf Stunden den Motorstromkreis, der dann wieder geöffnet wird, wenn ein beliebiges der drei Gewichte die vorgesehene Höchststellung erreicht hat. Diese Einrichtung verhindert ein zu hohes Aufziehen und damit Bruch des Werkes oder Seiles für den Fall, daß ein Unberufener das „Steuergewicht“ in eine tiefere Stellung brachte als die anderen Gewichte. Weiter sind die Uhren mit

einem Differentialgetriebe versehen, das während des Aufzugvorganges den Werken die gleich große Kraft zuführt, die ihnen durch die Gewichte gegeben wird.

Eine Turmuhr mit Voll- und Viertelschlagwerk der Firma J. F. Weule in Bockenem a. Harz zeigt die Abbildung 105. Auch die Werke

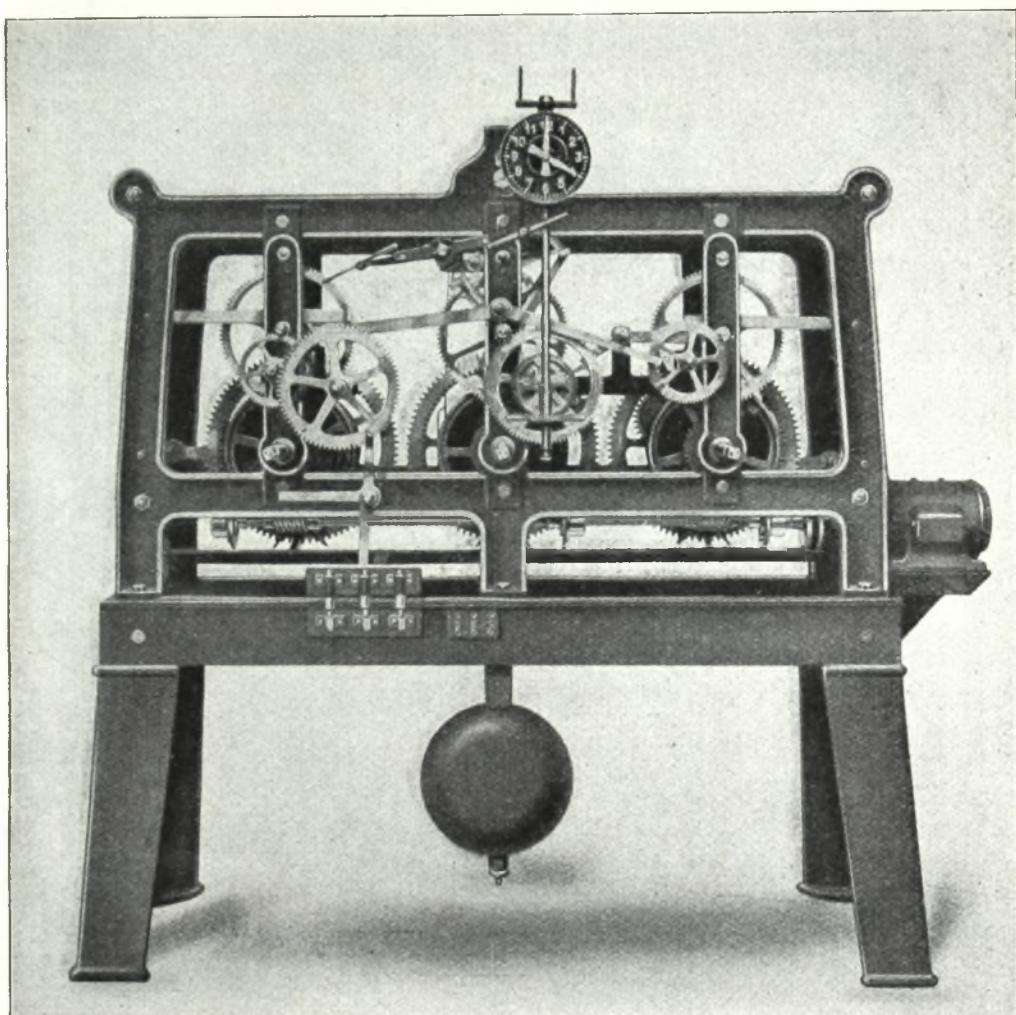


Abb. 104. Turmuhr mit Voll- und Viertelwerk und elektrischem Aufzug (B. Vortmann)

dieser Uhr werden durch einen Motor gemeinsam aufgezogen, wobei jedes Werk mit einem selbstdärtigen Ausschalter versehen ist, so daß die Gewichte gegen ein zu hohes Aufziehen geschützt sind. Während des Aufziehens wird über ein Differentialgetriebe jedem Werk die normale Kraft zugeführt. Es wird ein Ölsteuer-

schalter mit Überstromausslösung verwendet, so daß der Motor betriebstechnisch in bester Weise geschützt ist. Auf die Übertragung der Motorkraft mittels Schneckenantrieb wurde zugunsten guter Zahnradeingriffe verzichtet.

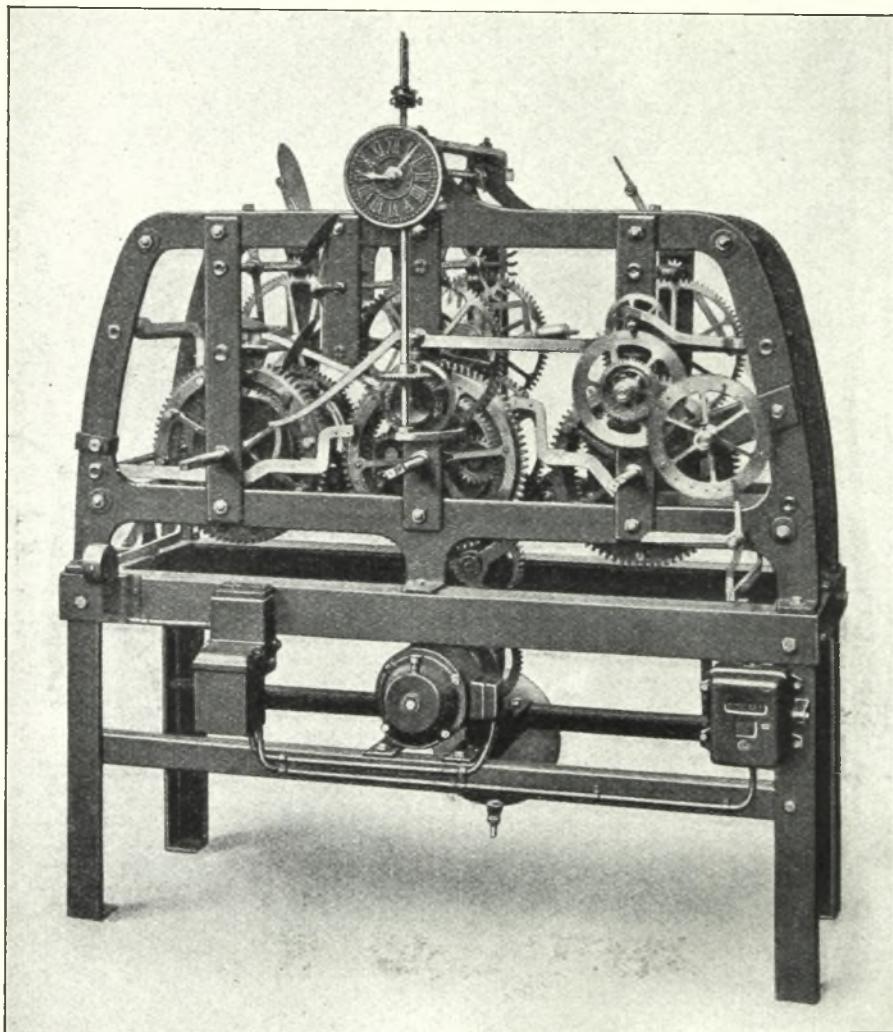


Abb. 105. Turmuhr mit Viertel- und Vollschlag mit elektrischem Aufzug (Weule)

Die Firma Bernhard Zachariä in Leipzig hat eine Einheits-Turmuhrr nach Abbildung 106 mit genormten Bezeichnungen entwickelt. Diese Typisierung erleichtert den Verkehr zwischen Fabrik und Projektbearbeiter erheblich. Wie das Bild zeigt, sind alle Teile der Uhr gekapselt, so daß sich ein besonders vorbereiteter Raum erübrigkt. Die Uhr wird

bei Anwendung normaler Zeiger für Zifferblattdurchmesser bis zu 4 m und für gleichzeitigen Betrieb von vier Zifferblättern geliefert. Bei rückziehbaren Beleuchtungs-Strahlern können nur drei und bei Leuchtzeigern nur zwei Zifferblätter mit je 4 m betrieben werden. Das Werk ist ein Motor-Zeigerwerk, dessen Motor allminutlich entweder durch ein Nebenuhrwerk oder durch einen im frequenzkontrollierten Netz liegenden Synchronmotor oder durch ein Pendelwerk eingeschaltet wird. Eine Windfangbremse bewirkt einen ruhigen Zeiger-

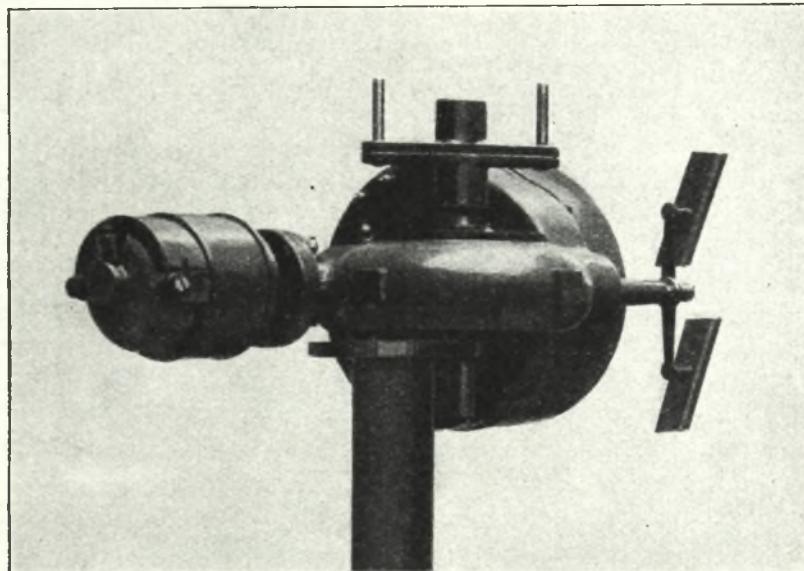


Abb. 106. Einheitsuhr von B. Zachariä

transport. Außerdem kann für die Zeiten etwaiger Stromausfälle in Form eines Gewichtszuges die Speicherung einer Reservekraft vorgesehen werden, wobei der Gewichtszug an der Decke angebracht wird. Bei Anwendung der Motorauslösung mittels Nebenuhrwerk wird vorzugsweise ein Gleichstrommotor zur Speisung aus der Uhrenbatterie gewählt, der je nach Zifferblattgröße bei 12 Volt 5 bis 10 Ampere für die Dauer von zwei bis acht Sekunden verbraucht. Wird ein Starkstrommotor angewandt, so ist der Gewichtszug als Reservekraft-Speicher anzuwenden.

Bezüglich der Aufstellung und Wartung von Turmuhrn muß auf die Vorschriften der einzelnen Herstellerfirmen sowie auf die Angaben des eingangs erwähnten Buches von Ungerer hingewiesen werden.

Stichwort- und Namenverzeichnis

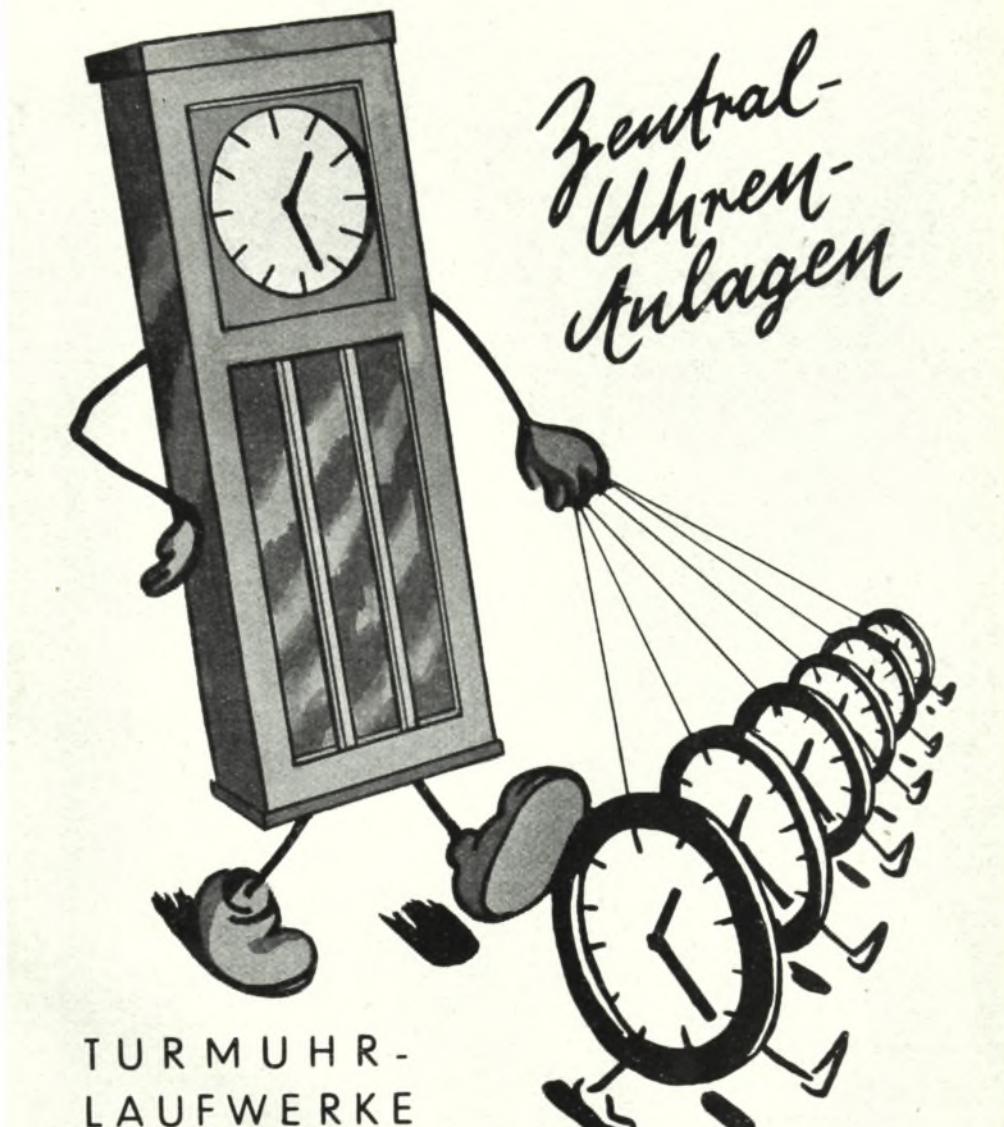
„Abreißen“	81	Doppel-Drehanker	75
Abgleichen der Zeiger	112	Doppel-Nebenuhren	115
AEG	121	Drahtbruch in Spulen	131
Altern eines Dauermagneten	131	Drehanker-Nebenuhren, Reparatur von	132
Akkumulatoren	11	Drehankersystem	75, 83, 113
Aluminium für Zeiger	112	Drehmoment	80, 83, 98, 127
Aluminium-Nickel-Stähle	108	Drehmoment und Zeigerwerk	112
Amperewindungen	77	„Durchrutschen“ bei Neben- uhren	111
Ankerstifte	111	 	
Ankerumpolung	74	Einbau von Nebenuhren	117
Anlaufspannung	80, 108,	Einheitliche Zeit	5, 7, 70
Arbeitszeit-Kontrolluhr	110	Einheitsuhr	77
Aron-Hauptuhr	28	Einstellung von Schiffsuhrn	120
Aron-Nebenuhr	37	Einstellvorrichtung	21, 29
Anschlußklemmen	95	Eisenquerschnitt des Luft- spalts	129
Atmosphärische Störungen	132	Erschütterungen, Einfluß von — auf Turmuhrn	136
Ato-Hauptuhr	72	Exzenter	11
Aufzug von Hauptuhrn	69	 	
Aufzug von Turmuhrn	34	Firchow Nachf., Paul	98
Auslösung des Laufwerks	141	Fischer	25
Auslösung von Turmuhrn	10	Förster, Prof.	8, 32
Außenuhren	137	Freileitungsnetze	27
 	116	Fritz	71
Beleuchtung der Turmuhrn	142	Frequenzkontrollierter Wechselstrom	41
Beleuchtungs-Schaltneben- uhren	123	Funkenlöschung	14, 17
Beleuchtung von Nebenuhrn	119	 	
Betriebssicherheit	39, 99,	Galvanische Elemente	11
Betriebsspannung	129	Gangreserve	47
Bohmeyer	78	Garnier	22
Bremeskraft	36, 75, 96,	Gehäuse	116
Bürk	87	Geräuschlose Nebenuhrn	121
 	60,	Gewichtsaufzug	9
Dauermagnet	107		
Differentialgetriebe	131		
	120,		
	141,		
Diffuse Beleuchtung	151		
	120		

Gleichstrom-Nebenuhren	71	Korfhage	145
Grau	18, 22, 29,	Körperschluß in Spulen . . .	132
Gütezahl	128	Kräfte, Messung der	83
Halbminuten-Kontaktabstand	88	Kraftlinienschluß	74, 91, 131
Hauptstrommotor	60	Kraftverhältnisse beim	
Hauptuhren, Der Aufzug von	34	Hauptuhrkontakt	12
Hauptuhren für Regulier-		Kraftübertragung in Neben-	
systeme	33	uhren	111
Hauptuhren für Schiffe	24	Kurzschluß, Batterie-	11
Hauptuhren mit Sekunden-		Laufwerk	9
kontakt	23	Laufwerklose Hauptuhren . . .	22
Hauptuhren mit Signalein-		Legierte Stähle	91, 93
richtung	64	Leitungsführung	10
Hauptuhren ohne Kontakt		Leitungskapazität	88
(Magneta)	25	Leitungsnetz	5
Hauptuhren ohne Laufwerk	22	Lindner, Werner	125
Hauptuhren, Reparatur der .	66	Luftspalt	92, 129, 131
Heimatschutz	125	 	
Heliowatt-Werke	110	Magneta-System	25, 28, 54, 98
Hipp	7, 18, 21, 22, 74, 75,	Magnete, Hochlegierte	91, 93
Hippsches Pendel	42	Magnetisierung von Werk-	
Hörz, Ph.	143	zeugen	130
Inducta-System	55	Mehrere Zifferblätter	115
Induktor	25, 54,	Mehrlinienkontakt	18
Isolation	93	Messung der Kräfte	83
 		Meßhebel	83
Junghans A. G., Gebr.	39,	MEZ-Bahnzeichen	29, 48, 60
Kabelnetze	111	MEZ-Reguliereinrichtung . . .	53
Kapazität	27,	Minutlicher Kontaktabstand .	88
Kathode	88	Minutenrohr	113
Kesseldorfer	27	Mix & Genest	101
Klemmenspannung	28	Motorenaufzug	141
Klinken	78,	Motor-Schlagwerk	142, 148
Koerzitivkraft	85	Motor-Zeigerwerke	142, 147
Kontaktabstand	112	 	
Kontaktbelag aus Edelmetall	91	Nachlauf, Selbsttätiger	146
Kontaktdauer	13	Nachmagnetisieren	131, 133
Kontaktlose Hauptuhren	87	Nachstellvorrichtung	26,
Kontakte, Reparatur der	25	103, 120	
Kontakt-Oxydation	66	Nebenschluß in Spulen	131
Kontakt, Stromwechsel-	71	Neher Söhne, J.	145
Kontakte von Turmuhren	26	Normalzeit-System	32
	141	Normalzeit-Zentraluhr	62

Normung der Zifferblätter		
	78,	115
Nutzkräfte	79	
Ölen der Hauptuhren . . .	68	
Ölen von Nebenuhren . . .	134	
Onogo-Zeitsignal	31	
Parallelenschaltung	85	
Polarisierte Nebenuhren	35,	72
Präzisionsauslösung	10	
Quecksilberschaltröhre	35,	60
Regelspannung	89	
Reguliersystem	32,	62, 64,
Registriermagnet	130	
Reihenschaltung	64	
Reihenschaltung	85	
Reklameuhren	123	
Relais 18, 20, 39, 59	61	
Remanenz	71	91
Reparatur der Hauptuhren, Die	66	
Reparatur der Nebenuhren	130	
Riefler	136	
Rundfunk-Zeitzeichen	31,	48,
Schaltgeschwindigkeit, Kon- taktdauer und	27	
Schaltleistung von Strom- wechselkontakten	26	
Schaltkonstante	87	
Schwingankersysteme	82	
Schaltweg	86	
Schaltuhren, Nebenuhren als Schlagwerk von Turmuhren	123	
Schiffshauptuhren . . 24, 36, 54,	142	60
Schiffs-Nebenuhren . .	117,	120
Schlagwerk, Motor-	148	
Schuckertwerke	75	
Schönberg	102	
Schutzscheibe	113	
Schwinganker-Nebenuhren, Reparatur von	132	
Schwingankersystem	72,	74,
Schwingungskreis zur Fun- kenlöschung	132	
Sekundenkontakt . . 23, 59,	62	
Sekunden-Nebenuhren . . .	122	
Selbstinduktion	14,	89,
Siemens & Halske . . 13, 20,	97	
25, 26, 29, 42, 49, 102,		
122, 143,	146	
Signal-Hauptuhren	24,	64
Signal-Nebenuhren	122	
Spannungsabfall	21	
Sperrmoment	82,	83,
Spulen	84	
Spulenkörper	131	
Starkstrom-Aufzüge von Turmuhren	93	
Starkstrombetrieb	142	
Steinheil	62	
Stöhrer	71	
Störung von kleinen Neben- uhren durch benachbarte große	74,	104
Straßenuhr 5,	123,	125
Stromreserve	125	
Stromschlußdauer	141	
Stromstärke	66,	87
Stromversorgungsgerät . . .	78,	85
Stromwechselkontakt	11,	13,
	26,	52,
	142	68
Stromwechsel-Nebenuhren .	72	
Strichziffern	115	
Synchronuhr oder Nebenuhr?	5	
Synchronisierung der Ato- Hauptuhr vom Netz . . .	41	
Telefonbau & Normalzeit	32,	
49, 62, 89, 93, 104, 117,		
119, 121, 123, 130, 139,		
149		
Trägheit	87	
Transparente Uhren	117	
Triebauslösung	10	
Turmuhren als Hauptuhren	136	
Turmuhrr als Nebenuhr . .	137	

Turmuhren-Aufzug	141	Wecker, Nebenuhren mit	122
Turmuhren-Auslösung	137	Werk, Das — von Haupt-uhren	9
Turmuhren, Schlagen von	135	Werberat-Bestimmungen	
Turmuhren, Zifferblatt von	135	für Reklameuhren	124
Übersetzung, Räder- von Hauptuhren	10	Weule, J. F.	151
Überspannung	82, 84	Wheatstone	71
Uhrensäulen	123	Wirkungsgrad	79, 129
Umlaufenden permanenten Magneten, Nebenuhren mit		Wirtschaftlichste Schleifensstromstärke	86
108, 133		Wolfram-Kobalt-Magnete	93
Ungerer 135, 140, 143, 150, 153		Württembergische Uhrenfabrik Bürk Söhne	107
Unterhauptuhren	21, 48	Zachariä, B.	152
VDE-Vorschriften	89, 93, 104	Zählwerk von Turmuhren	150
Vendorit-Gesellschaft	93	Zeigerwerk	113, 129
Verzögerungs-Einrichtungen	122	Zeigerwerk, Reparaturen am	134
Vortmann	150	Zeiger und Zifferblatt	112
Wagner 15, 19, 22, 23, 24, 29, 30, 57, 64, 65, 75, 105, 120, 122, 137		Zeitkonstante	28
Wattverbrauch von Nebenuhren	72, 78	Zeitzeichen	29, 31, 141
Werkgröße	77	Zentrifugalregulator	38
		Zifferblatt	114, 135
		Zifferblatt-Beleuchtung	119
		Zusammensetzen der Hauptuhren, Das	68
		Zusatzstrom	28

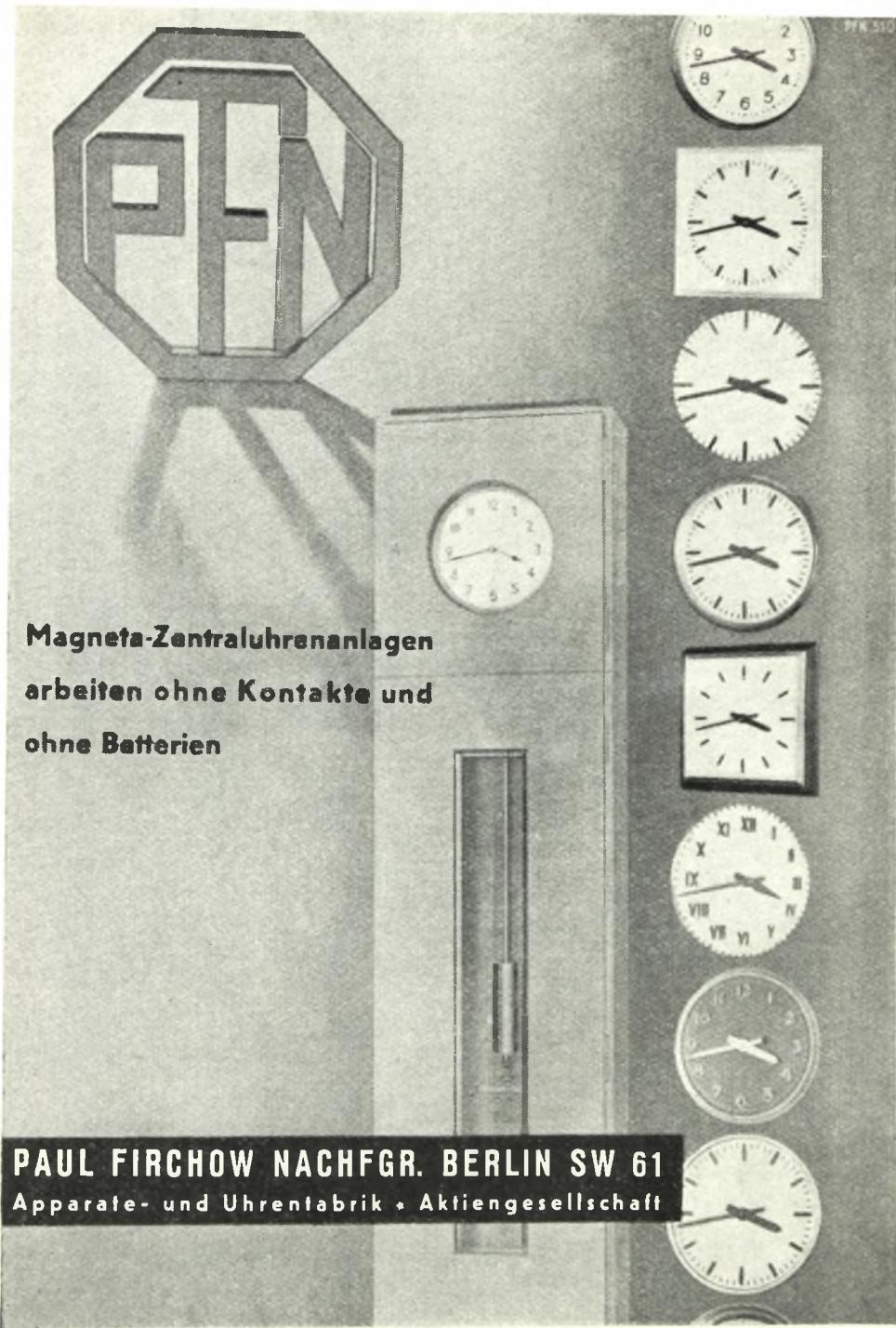
HELIOWATT



TURMUHR-
LAUFWERKE

ELEKTR. EINZELUHREN für Gleich- u. Wechselstrom
SYNCHRONUHREN mit und ohne Gangreserve
SIGNALUHREN mit elektr. Aufzug oder Synchronantrieb
REKLAME-UHREN . TRANSPARENTE

HELIOWATT WERKE ELEKTRIZITÄTS-AKT.-GES. BERLIN-CHARLOTTENBURG 4



Bürk elektrische Zentral - Uhren - Anlagen

mit genauer, einheitlicher Zeitmessung

Elektrische Hauptuhren

in Stand- und Hängegehäuse

Elektrische Nebenuhren

für Innenräume und für das Freie

Elektrische Reklame-Außenuhren

(sogen. Straßenuhren)

in modernster, solider Ausführung

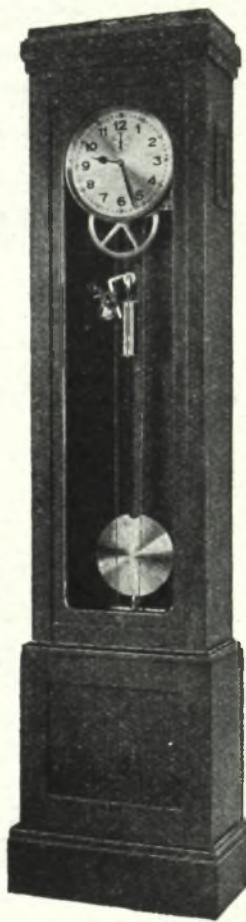
Signaluhren, Signal - Nebenuhren

zum Anschluß von Läutewerken,
Hupen, Sirenen

Zum Anschluß an Hauptuhr:

Arbeitszeit - Registrier - Apparate

Zeitrechner, Zeitstempel



**Württembergische Uhrenfabrik
Bürk Söhne, Schwenningen a. N. 2**

Gegründet 1855

Motor - Turmuhren

mit automatischem elektrischem
Aufzug vom anerkannten Haus

PHILIPP HÖRZ KG., ULM/DONAU



Elektrische Uhren

(Hauptuhren mit Nebenuhren)

in höchster Vollendung

für



Behördenhäuser, Post, Eisenbahn, Schulen, Fabriken usw. liefert

C. Theod. Wagner A.G., Wiesbaden 7

Fernsprecher Sammelnummer 59337

Seit 1880 Lieferant der Reichsbahn

Von der neuen mehrbändigen *Buchreihe*

„Elektrische Uhren und Uhren für technische Zwecke“

liegen die ersten 3 Bände vor:

Band I: „Die elektrischen Einzeluhren“

Ihre Bauart, Pflege und Instandsetzung von F. Thiesen

Band II: „Die Synchronuhren“

und andere frequenzgesteuerte Uhren von F. Thiesen

Band III: „Die Haupt- und Nebenuhren“

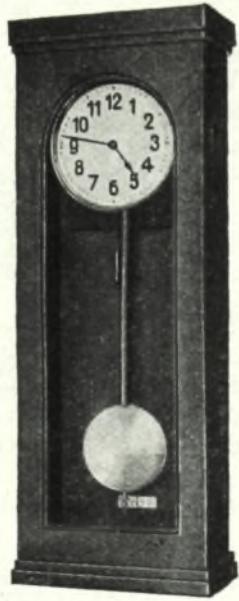
mit einem Abschnitt über „Elektrische Turmuhren“ von F. Thiesen

(Weitere Bände sind in Vorbereitung)

Deutsche Uhrmacher-Zeitung, Berlin SW 68

Elektrische Uhren

(System Elektrozeit)



Hauptuhren

Signaluhren

Allstromuhren

für jede Stromart und Spannung

Synchronuhren

für frequenzüberwachte Netze

Schwachstromuhren

für Elementbetrieb

Turmuhren-Anlagen

mit Motorzeigerlaufwerk
und elektrischem Schlagwerk

Uhrenanlagen

jeder Art und jeden Umfanges für
Städte, Bahnhöfe, Fabriken usw.



TELEFONBAU und NORMALZEIT

G. M. B. H.

FRANKFURT A. M.

Mainzer Landstraße 134-142

Fernsprecher: Sa.-Nr. 70011



Turmuhrenfabrik Bernhard Zachariä

empfiehlt

Leipzig C 1, Wiesenstraße 10 / Gegründet 1808

Turmuhren mit mechanischem und automatischem elektrischem Aufzuge

Glocken- und Figurenspiele

Elektrisierung von Turmuhrn durch Anbringung
einer Zusatzvorrichtung für automatisches elektrisches Aufzug

Zifferblattbeleuchtung automatische Lichtschaltung

Renovation von Zifferblättern

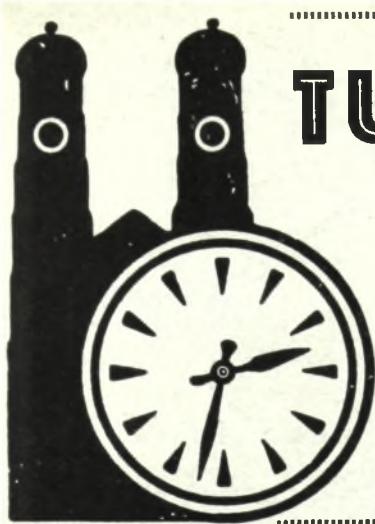
Reparaturen und Reinigung von Turmuhrn und elektr. Uhren aller Art

Neuheit: Stets genaue Zeit an Turmuhrn durch Anbringung meines
Synchron-Pendlers System Zachariä DRP. Nr. 650342

Über diesen Pendler wird mir geschrieben:

„In unser Uhrwerk, das ein Alter von über 160 Jahren besitzt, und täglich etwa 3—4 Minuten falsch ging, haben wir einen »Synchron-Pendler« einbauen lassen. Der Pendler geht ruhig, regelmäßig u. sicher, er hat die Zeitangabe unseres Uhrwerkes der mitteleuropäischen Zeit angeglichen.“
Dresden, den 10. 4. 37

Der Kirchenvorstand der Matthäusgemeinde in Dresden-Friedrichstadt



TURMUHREN

jeder Ausführung und Größe. Elektrische Motorlaufwerke mit Starkstrom- oder Schwachstrom-Motoren.
Elektrische Haupt- und Nebenuhren.

TURMUHRENFABRIK

J. Neher Söhne G.m.b.H.
Gegründet 1862
München 2 NW Fernruf 27096

Empfehlenswerte Fachbücher:

Die notwendigen Kenntnisse über die Grundlagen und die Elemente der Elektrotechnik vermitteln die nachstehenden Fachbücher:

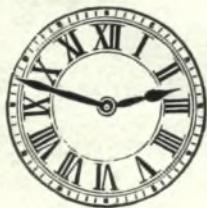
„Grundbegriffe der Elektrotechnik“ von Dr. W. Kesseldorfer

„Praktische Elektrotechnik“ von Dr. W. Kesseldorfer

Über den „Verkauf technischer und elektrischer Uhren und Uhrenanlagen einschl. der Turmuhren“ unterrichtet das Buch von Diplom-Kaufmann A. Eifert, mit einem Anhang von F. Thiesen

Deutsche Uhrmacher-Zeitung, Berlin SW68

Die neuzeitliche elektrische



Turmuhrr

von

J. F. WEULE, BOCKENEM am Harz

Turmuhrenfabrik / Glockengießerei
Elektr. Uhrenanlagen / Reklameuhren

Glockenspiele

Angebote kostenlos

Fernruf Nr. 4

Gegründet 1836



ELEKTRISCHE UHREN

*und Uhrenanlagen in jeder Größe und Ausführung
für Eigenbedarf und Wiederverkauf*

Präzisions-Hauptuhren · Uhrenzentralen
Elektrische Nebenuhren · Turmuhren
Signaluhren · Zeitstempel
Arbeitszeit-Kontrollapparate

Reklameuhren für das Fachgeschäft

Synchronuhren zum Anschluß an das
Wechselstromnetz für Heim und Büro,
Werkstätten und Läden

*Ausführliche Beschreibungen und kostenlose Beratung
durch unsere Technischen Büros*

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK
BERLIN - SIEMENSSTADT

U 074



AEG-HAUPT- UND NEBENUHREN

für Schwachstrom-Zentral-Uhrenanlagen

AEG-REGISTRIERUHREN

zur Überwachung von Arbeitszeiten

AEG-SIGNALZEITUHREN

zur Betätigung von Signalapparaten

AEG-SYNCHRONZEITUHREN

Heimuhren, Innen- und Außenuhren zum Anschluß an zeitgeregelte Wechselstromnetze

AEG-SCHALTUHREN

mit Handaufzug, elektrischem Aufzug und Synchronmotor

AEG-PERIODENKONTROLLUHREN

zur Regelung und Überwachung der Netzfrequenz

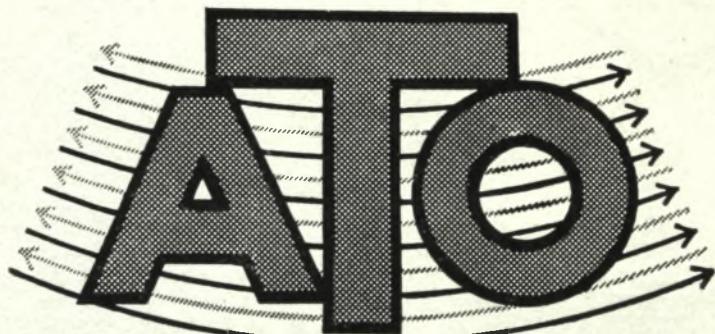
AEG-SYNCHRONMOTOREN

mit Selbstanlauf (DRP) für Zeitlaufwerke aller Art

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS - GESELLSCHAFT

F1028D

JUNGHANS



ELEKTRISCH

*Die Präzisions-Uhr
für Heim, Büro und Betrieb*

geht sehr genau und zuverlässig, ohne Wartung und ohne Anschluß an die elektrische Leitung. Der Antrieb erfolgt durch auswechselbares Trocken-Element mit dreijähriger Lebensdauer. Junghans-Ato, elektrisch, sind auch als Uhrenanlage — Hauptuhr mit Nebenuhren fast unbeschränkter Zahl, je nach Bedarf — lieferbar. Viele schöne Modelle in Metall und edlen Hölzern erlauben die Wahl für die verschiedensten Bedarfszwecke.

Junghans

GEBR. JUNGHANS A.G. / SCHRAMBERG (WÜRTT.)

Verantwortlich für den Anzeigenteil: G. Wolter, Berlin. M.Aufl. 1100 / W. Gen. d. 2283

