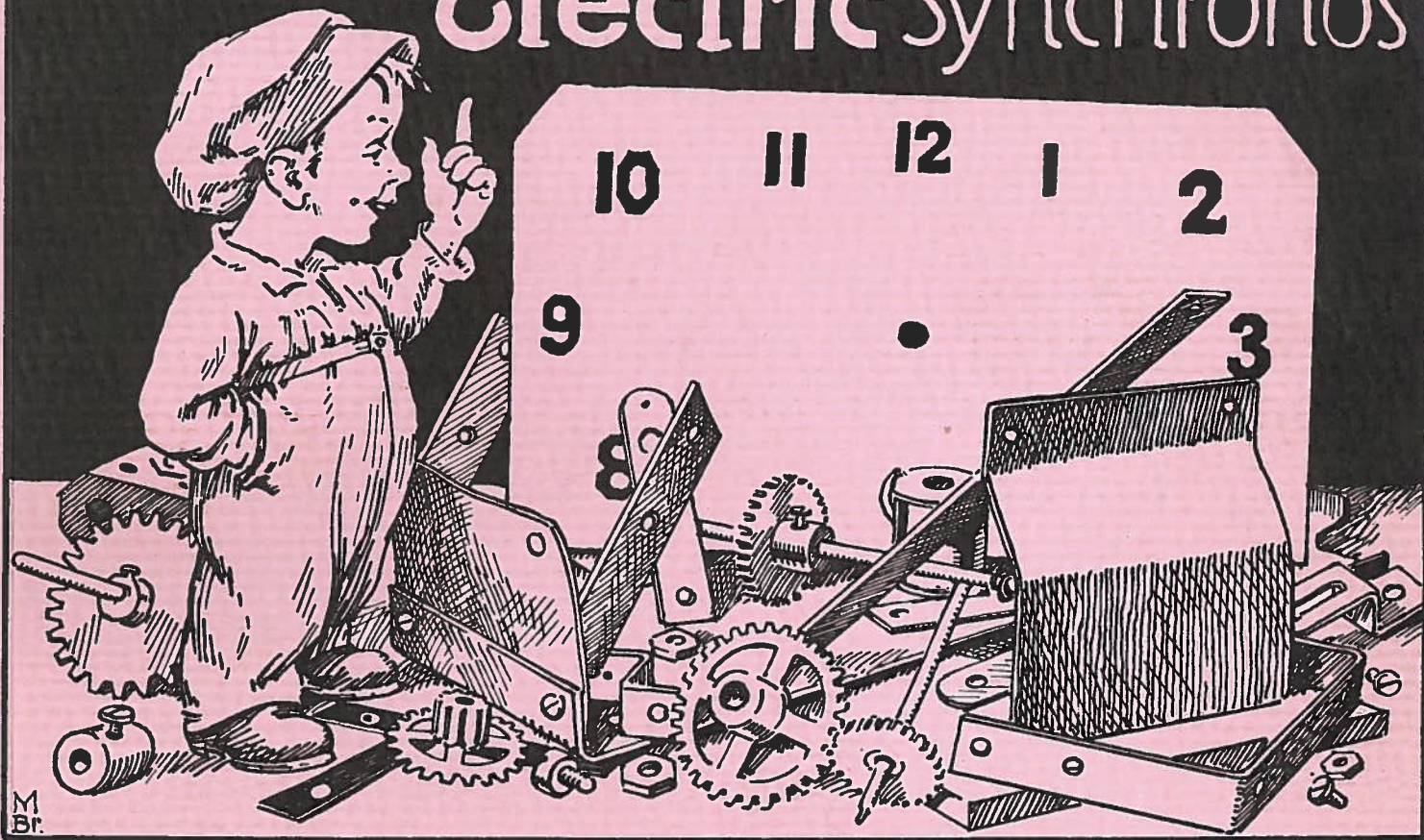


Electric Synchronos



..... und sie kann daher
niemals falsch gehen...

Vgl. S.S. 6 und 13

Vorbemerkung

Die einzelnen Teile des Electric-Synchronos-Uhrenbaukastens sind durch große bzw. — wo diese nicht ausreichen — durch kleine Buchstaben gekennzeichnet.

Alle Löcher bzw. die durch die Löcher gesteckten Schrauben, Wellen, Zapfen usw. wurden mit Ziffern bezeichnet. Führt durch mehrere Löcher — wie dies ja die Regel ist — eine einzige Schraube, so tragen Löcher und Schraube alle die gleiche Ziffer. Beispiel: Die Grundplatte A (siehe Inhaltsverzeichnis Abb. 1) ist unter anderen mit den Löchern 3 und 4 versehen. Der Bügel B weist ebenfalls zwei Löcher 3 und 4 auf. Damit ist schon gesagt, in welcher Weise diese beiden Teile zusammengeschraubt werden müssen. Die Abbildung 7 zeigt, daß durch das Loch 3 in der Grundplatte A und das Loch 3 in dem Bügel B die Schraube 3 geführt ist, welche A und B miteinander verbindet. Auf diesem System beruht die ganze vorliegende Bauanleitung, so daß bei einiger Aufmerksamkeit Fehlkonstruktionen ausgeschlossen sind.

Jede der Abbildungen 7 bis 25 zeigt den Aufbau der Synchronuhr in einer neuen Phase. Jedes spätere Bild zeigt gegenüber dem vorhergehenden, in welcher Weise ein neuer Teil angebaut wird. Dieser ist dann, um ihn als jeweils neuen Teil zu kennzeichnen, in grauer Tönung gehalten.

Ehe wir mit dem Zusammenbau der Electric-Synchronuhr beginnen, breiten wir alle Teile des Baukastens übersichtlich auf einem Tisch vor uns aus und ordnen sie in der gleichen Weise, wie es das Inhaltsverzeichnis (Abbildungen 1 und 2) zeigt. Alle Teile sind mit den in der Technik üblichen Namen bezeichnet. Es schadet nichts und erleichtert das Verständnis der folgenden Ausführungen, wenn wir uns die technischen Bezeichnungen genau ein-

prägen. Es wird dann nicht vorkommen, daß das Polrad „Stern“ genannt wird oder daß statt Welle „Achse“ oder gar „Stange“ gesagt wird. Manchem wird es vielleicht auch neu sein, daß Schraube und Schnecke doch etwas verschiedenes sind (nämlich je nach dem Verwendungszweck), daß man zu den Zapfen einer Welle nicht „Spitze“ sagt; denn ein Zapfen ist nicht spitz usw.

Es empfiehlt sich, vor dem Zusammenbau die Bauanleitung gründlich durchzulesen und den Bau zunächst nur im Geiste vorzunehmen. Bei dem Zusammenbau selbst wissen wir dann bereits, warum erst dieser und dann jener Teil angeschraubt wird usw.

Bei dem Zusammenbau selbst müssen wir uns natürlich streng an die im folgenden niedergelegte Reihenfolge der einzelnen Phasen halten, desgleichen an die Zeichnungen. Alle Gewaltanwendung, „Zurechtbiegen“ anscheinend nicht zueinander passender Teile, ist zu unterlassen. Sollte der Verdacht auftauchen, daß die Teile nicht die richtige Form haben, die Löcher sich nicht an der richtigen Stelle befinden usw., so ist das Werk an Hand der vorangehenden Bilder genauestens nachzuprüfen, bis der Montagefehler gefunden ist. Es ist darauf zu achten, daß alle Schraubenköpfe nach außen, alle Muttern nach dem Innern des Werkes zeigen, wie dies in den Abbildungen deutlich veranschaulicht ist. Nur so paßt Alles richtig zusammen. Außerdem erhält das Werk hierdurch ein gefälligeres Aussehen.

Alle drehbaren Teile müssen sich spielend leicht drehen lassen. Gelingt dies nicht, so ist schon bewiesen, daß ein Montagefehler gemacht wurde, der vor dem Weiterbau zu beheben ist. Vor dem Aufsetzen des Gehäuses sind alle Lager mit gutem, harzfreiem Öl zu schmieren. Besonders bei der schnelllaufenden Polradwelle ist das Ölen ab und zu zu wiederholen.

Prinzip, Wirkungsweise u. Übersetzungsgetriebe der Electric-Synchronos-Uhr

5

Der Strom in unseren Wechselstromnetzen hat in der Regel eine Frequenz von 50. Dies wird auf dem Zähler-schild durch die Bezeichnungen „frequ. = 50“ oder „50 Per. sek.“ ausgedrückt. Diese Angaben besagen, daß in dem Netz der Strom in einer Sekunde 50mal in dieser, 50mal in jener Richtung fließt. Er ändert demnach in jeder Sekunde 100mal seine Richtung. 100mal in jeder Sekunde ist also sein Wert gleich Null. Ein von einem solchen Wechselstrom gespeister Elektromagnet wird daher einen unter seinem Einfluß stehender Anker 100mal in jeder Sekunde anziehen und ihn ebensooft freigeben. Bilden wir den Anker als drehbaren aus oder wie man auch sagt als Rotor, so werden — ohne Rücksicht auf die Anzahl von dessen Polzacken — 100 Polzacken in jeder Sekunde an dem Pol des Elektromagneten vorbeistreichen. Hat das Polrad 2 Polzacken, so ergibt sich für dasselbe eine Drehzahl von $100 : 2 = 50$ n sek. (In der Technik wird mit n die Drehzahl einer Welle oder eines Rades bezeichnet.) Das Polrad a unserer Uhr hat 6 Polzacken, womit sich eine Drehzahl von $100 : 6 = 16\frac{2}{3}$ n sek. ergibt.

Eine aus einem Polrad mit Welle und einem Elektromagneten bestehende Vorrichtung nennt man „Synchronmotor“ (griech. = gleichzeitig).

Ein solcher Motor hat die Eigenschaft, daß er nur eine dem soeben entwickelten Gesetz:

$$\begin{aligned} \text{a) Drehzahl} &= \frac{2 \times \text{Per.}}{\text{Polzacken}} && \text{oder} \\ \text{b) } n &= \frac{\text{Per.}}{\text{Polzackenpaare}} && \text{oder wenn Per. =} \\ & && 50 \text{ sek. ist:} \\ \text{c) } n \text{ sek.} &= \frac{50}{\text{Polzackenpaare}} && \text{oder} \end{aligned}$$

wenn man statt der Perioden die Polwechsel annimmt:

$$\text{d) } n \text{ sek.} = \frac{100}{\text{Polzacken}}$$

folgende Drehzahl annehmen kann. Setzen wir in eine dieser Formeln die Daten unseres Uhren-Synchronmotors ein, so errechnen wir in jedem Falle eine Drehzahl von $16\frac{2}{3}$ pro Sekunde für das Polrad a. Ein solcher Synchronmotor kann nur synchron laufen; er kann also nur eine sich aus den obigen Formeln ergebende Drehzahl annehmen. Wird er überlastet, z. B. zu stark abgebremst, so fällt er aus dem Tritt, d. h. er bleibt stehen. Das gleiche tritt ein, wenn ein zu kleiner Strom durch die Spule fließt. Der Spulenkern wird dann zu schwach magnetisiert und vermag nicht mehr, die Lagerreibung der Polradwelle zu überwinden.

Umgekehrt: Würden wir durch die Spule L einen sehr starken Strom senden, vielleicht so stark, daß ihre Isolierung infolge der sich entwickelnden Hitze in kurzer Zeit zu rauchen beginnt, so würde an den Polen des Spulenkerns D ein ganz ungewöhnlich starker Magnetismus entstehen, der das Polrad a entsprechend kräftiger drehen, ihm ein entsprechend starkes Drehmoment verleihen würde. Keinesfalls jedoch würde sich das Polrad schneller drehen (im Gegensatz zu den sogenannten Kollektormotoren z. B. einer Spielzeugetisenbahn). Maßgebend für die Drehzahl n des Polrades a ist ausschließlich die Netzfrequenz oder, was dasselbe ist, die Periodenzahl des die Statorspule L durchfließenden Wechselstroms. Dies gilt für jeden Synchronmotor.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die von einem Synchronmotor angetriebenen Zeiger einer Synchronuhr — sofern die Übersetzungsverhältnisse der Rädertriebe zwischen Polrad und Zeigern richtig berechnet wurden und die Uhr mit dem für sie richtigen Wechselstrom (in unserem Falle 50 Per. sek.) betrieben wird — stets die richtige Zeit anzeigen müssen oder kurz gesagt:

Die Synchron-Uhr geht stets genau!

Es leuchtet ferner ein, daß ein jeder Synchronmotor durch Anwerfen auf die synchrone Drehzahl, den so-

genannten Synchronismus (von in unserem Falle $16\frac{2}{3}$ n sek.) gebracht werden muß, damit er mit dieser alsdann weiterläuft. Das Anwerfen darf weder zu schnell noch zu langsam erfolgen, ist jedenfalls durch einiges Üben leicht zu erlernen. (Es sei hier erwähnt, daß ein solcher Synchronmotor bisweilen auch mit der halben errechneten Drehzahl laufen kann. Dies erklärt sich so, daß dann jede zweite halbe Periode im Elektromagneten von der eigentlich anzuziehenden Polzacke ausgelassen, überschlagen wird. Den Motor auf die halbe synchrone Dreh-

	Anzahl der Zähne	sekündlich	minütlich	stündlich	zwölf- stündig
Polwechsel des Wechselstromes in der Spule L		100	6 000	360 000	4 320 000
Drehzahl des Polrades a und der Schnecke b	6	$16\frac{2}{3}$	1 000	60 000	720 000
Drehzahl des Schneckenrades e und der Welle d	40		25	1 500	18 000
Drehzahl des Schneckenrades f und der Welle g	25		1	60	720
Drehzahl des Schneckenrades X und der Zeigerwelle V und des Mockentriebes V und des Minutenzeigers w	60 12			1	12
Drehzahl des Wechselrades i und des Wechselradtriebes i	36 10				3
Drehzahl des Stundenrades l und des Stundenzeigers v	40				1

zahl zu bringen, gelingt mit Absicht schwer, unbeabsichtigt hin und wieder. Seine Kraft, oder besser gesagt, sein Drehmoment ist dann jedoch so schwach, daß er meist nach kurzer Zeit von selbst stehen bleibt.)

Die Abbildung 3 zeigt schematisch von der Zifferblattseite aus gesehen die Anordnung der verschiedenen Räder, Schnecken und Wellen unserer Synchronuhr zueinander, ihre Übersetzungsverhältnisse, ihren Drehsinn und ihre Drehzahlen. In Verbindung mit der Tabelle auf Seite 6 regt die Abbildung 3 zu interessanten Betrachtungen an.

Gegeben sei ein Wechselstrom von 50 Per. sek. oder (was dasselbe ist) von 100 Polwechseln in der Sekunde.

Die Aufgabe lautet: Die diesem Wechselstrom inwohnende elektrische Energie ist in mechanische Energie (Drehungen) umzuwandeln, und zwar sind die Drehzahlen soweit herabzusetzen, daß das letzte (am langsamsten laufende) Glied in der Übersetzungsreihe, der Stundenzeiger v , nur eine Umdrehung innerhalb von 12 Stunden mache.

Überlegen wir, was dies bedeutet! Um den Stundenzeiger ein einziges Mal in 12 Stunden um seine Achse zu drehen, brauchen wir 4320 000 Polwechsel in unserem Wechselstromnetz. 4320 000 mal muß in dem Wechselstromgenerator der Kraftzentrale ein mit Gleichstrom magnetisierter Rotorpol an einem zu induzierenden Statorpol vorbeistreichen, damit sich unser Stundenzeiger ein einziges Mal drehe!

Und nun das Polrad! 5 cm beträgt sein Durchmesser, rund 15 cm sein Umfang. Ein Punkt auf dem Umfang legt bei jeder vollen Umdrehung einen Weg von 15 cm zurück. Auf eine Fahrbahn gesetzt, würde das Polrad sich mit jeder vollen Umdrehung um 15 cm fortbewegen. In einer Sekunde würde es bei $n = 16\frac{2}{3}$ zweieinhalb Meter weit laufen, in einer Minute 150 Meter, in einer Stunde

9 Kilometer. Die Leistung eines rüstigen Fußgängers würde es um das Doppelte übertreffen. Am 1. Januar früh um 7 Uhr in Meissen aufgebrochen, wäre es 9.30 Uhr vormittags in Dresden, am 2. Januar vormittags 5.30 in Berlin, am 3. Januar vormittags 11.30 Uhr in Hamburg und — angenommen, es könne über das Meer spazieren und sei gegen die widrigen Zufälle wie Haifische, Eisberge, Seeschlangen usw., die dem Seefahrer bisweilen begegnen, gefeit — am 6. Januar nachmittags in London und am 4. Februar in Neuyork. Hier überlassen wir das von den Strapazen der Reise noch längst nicht erschöpfte Polrad a seinem Schicksal und wenden uns der

Abbildung 3

zu. Wir beginnen bei der Spule L . Zwischen ihren Drahtenden erblicken wir das Zeichen für Wechselstrom, eine Sinuskurve. 360 000 mal wechselt — wie die Tabelle auf Seite 6 zeigt — der Strom in ihr stündlich seine Richtung. 60 000 mal dreht sich im gleichen Zeitraum das Polrad a mit der Welle und der Schnecke b . Mit letzterer steht das Turbax-Schneckenrad e im Eingriff. (Mit Turbax bezeichnet man einen braunen Kunststoff, den man gerne zur Herstellung schnelllaufender Zahnräder verwendet, weil diese sich alsdann geräuschlos drehen. Die von einer Schnecke angetriebenen Zahnräder nennt man „Schneckenräder“. Von gewöhnlichen Zahnrädern unterscheiden sich die Schneckenräder nur durch die Form der Zähne, die den „Gängen“ der Schnecke angepaßt sein muß).

Bei jeder vollen Drehung der Schnecke b wird das Schneckenrad e um einen einzigen Zahn weiter gedreht. Da e 40 Zähne hat, sind 40 Drehungen der Schnecke b erforderlich, um e einmal zu drehen. Man sagt: Zwischen Schnecke b und Schneckenrad e besteht ein Über-

setzungsverhältnis von 1:40. Da sich aber das Polrad a und die mit ihm auf der gleichen Welle sitzende

Schnecke b stündlich 60 000 mal drehen, ergibt sich für das Schneckenrad e, die Welle und die Schnecke d eine

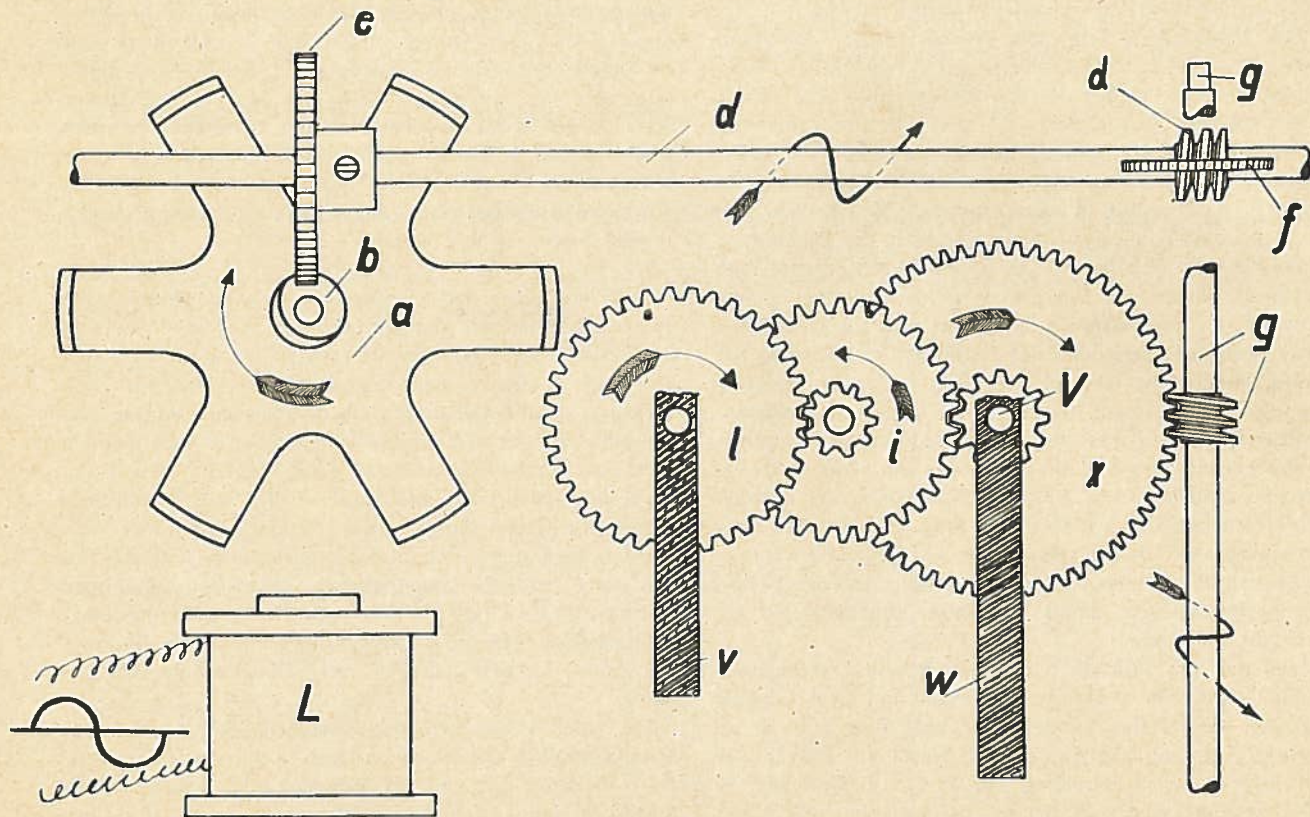


Abbildung 3

Drehzahl von 1500 in der Stunde. Der um die Welle d gewundene Pfeil zeigt uns deren Drehrichtung.

Das Schneckenrad f, dessen Buchse in der Zeichnung zwecks besserer Erkennbarkeit des Eingriffes zwischen f und d weggelassen wurde, sitzt fest auf der senkrecht stehenden Welle g. Es hat 25 Zähne, dreht sich also 25 mal langsamer als die Welle bzw. Schnecke d. Da diese 1500 Umdrehungen in der Stunde macht, ergibt sich für g eine Drehzahl von $1500 : 25 = 60$ n std. oder was dasselbe ist: 1 Umdrehung pro Minute. Wir könnten also auf g direkt einen Zeiger setzen, der dann als Sekundenzeiger wirken würde. Praktisch war dies aber aus konstruktiven Gründen nicht möglich, weil g senkrecht steht und daher der Sekundenzeiger auf dem Deckel des Gehäuses hätte Platz finden müssen.

Die Schnecke g treibt das Schneckenrad X an, auf dessen Welle V der Mockentrieb (so nennt man das kleine Zahnrad mit 12 Zähnen) und der Minutenzeiger W sitzen. Daher nennt man die Welle V auch Zeigerwelle. Die 60 Drehungen stündlich von g werden durch die 60 Zähne von X auf eine Drehung pro Stunde des Rades X reduziert. Mit der gleichen Geschwindigkeit drehen sich daher auch die mit X verbundene Zeigerwelle, der Mockentrieb und der Minutenzeiger.

Die einmalige Umdrehung des Minutenzeigers pro Stunde müssen wir nun auf eine Drehung innerhalb von 12 Stunden für den Stundenzeiger v weiter herabsetzen. Hierzu bedienen wir uns des bei allen Uhren üblichen sogenannten Zeigerwerkes. Dieses besteht aus dem auf der Zeigerwelle aufgezogenen

Mockentrieb
dem Wechselrad i
und dem Stundenrad l.

Diese 3 Zahnräder stehen miteinander im Eingriff. Der Mockentrieb hat 12 Zähne und dreht sich einmal in der Stunde. Der von ihm getriebene große Teil des Wechselrades i hat 36 Zähne und i dreht sich daher in der dreifachen Zeit, also in 3 Stunden einmal. Daher dreht sich auch der kleine Teil von i einmal in 3 Stunden. Er hat 10 Zähne, das von ihm angetriebene Stundenrad l hat deren 40. Es benötigt eine viermal längere Zeit als i, um sich einmal herumzudrehen, also $3 \times 4 = 12$ Stunden.

Wir haben hier also — wenn auch zunächst nur auf dem Papier — mit Hilfe eines recht einfachen Werkchens mit nur wenigen Übertragungsgliedern die Aufgabe gelöst, die Energie eines 4 320 000 mal in 12 Stunden seine Richtung wechselnden Stromes in mechanische Energie mit einer Drehung des Stundenzeigers im gleichen Zeitraum umzuwandeln.

Es sei noch erwähnt, daß die 3 Räder des Zeigerwerkes hier der besseren Übersichtlichkeit halber nebeneinander gezeichnet wurden. In der Praxis jedoch liegt l auf V; beide haben also eine gemeinsame Achse, somit auch die beiden Zeiger, wie dies auch die Abbildungen 19 bis 21 der Bauanleitung zeigen.

Die Frequenzregulierung

Es wird nun die Frage auftauchen: Wie ist es möglich, daß der Generator in der Kraftzentrale so genau arbeitet, daß er jahrein, jahraus einen Wechselstrom von genau 50 Per. sek. durch das Netz sendet? Schon ein mehr oder weniger von nur einem Prozent würde ja innerhalb von 24 Stunden einen Fehler von fast einer Viertelstunde bedeuten.

Natürlich wird der Frequenztreue des Generators die größte Bedeutung beigemessen; denn anders wäre ja

das Synchronuhrensystern von höchst zweifelhaftem Wert. Angenommen, der Rotor des Generators müsse eine Umdrehung pro Sekunde ausführen, damit der erzeugte Wechselstrom die Frequenz 50 habe. Ist dann n sek. des Rotors = 2, so ist Per. sek. = 100; ist n sek. = $\frac{1}{2}$, so ist Per. sek. = 25. Es besteht also ein ganz einfaches Abhängigkeitsverhältnis zwischen Rotordrehzahl und Frequenz. Man sagt, beide Größen seien einander proportional. Bleiben wir bei unserer Annahme, bei dem Rotor des Generators müsse $n = 1$ sein, damit die Frequenz = 50 werde, so hat man offensichtlich nur darauf zu achten, daß der Rotor seine Drehzahl von 1 pro Sekunde beibehalte, damit alle an das Netz angeschlossenen Uhren — einmal eingestellt — für alle Zeit richtig gehen.

Es darf nun als bekannt vorausgesetzt werden, daß — lange vor der Erfindung der Synchronuhren — jede einen Generator treibende Dampfmaschine mit einem Zentrifugal-Regulator versehen war, der die Aufgabe hatte, ihre Drehzahl und daher auch die des mit ihr zusammengekuppelten Generators auf gleicher Höhe zu halten. Dies war nötig; denn wurde im Netz viel Strom gebraucht, so ließ sich der Generator schwerer drehen. Die Dampfmaschine zeigte Neigung, langsamer zu laufen. Dadurch aber senkten sich die Gewichte des Zentrifugal-Regulators und öffneten das Dampfventil entsprechend mehr, so daß das aus Dampfmaschine und Generator bestehende Aggregat wieder schneller lief. Das Umgekehrte trat in den frühen Morgenstunden ein, in denen der Strombedarf ganz minimal war und die Dampfmaschine durchgerast wäre, wenn nicht auch hier der Regulator ausgleichend gewirkt hätte.

Für den Ausgleich des im Laufe eines Tages stark wechselnden Strombedarfes genügte der Dampfregulator vollkommen; war es doch schließlich auch belanglos, ob man

wochenlang mit $49\frac{1}{2}$ oder $50\frac{1}{4}$ usw. Perioden fuhr. Das Aufkommen der Synchronuhr verlangte jedoch astronomisch genaue Einhaltung der Netzfrequenz und diese Aufgabe wurde auf ebenso einfache wie elegante Weise gelöst.

Die Abbildung 4 zeigt schematisch die in der Zentrale vorhandene Einrichtung zur Frequenzregulierung. A ist der den Wechselstrom für das Netz erzeugende Generator mit einer Leistung von vielen tausend Pferdekraften. Die ihn treibende Dampfmaschine wurde in der Zeichnung weggelassen. Von A führt eine Leitung nach einer gewöhnlichen Synchronuhr B. C ist eine außerordentlich präzise gearbeitete Pendeluhr, eine sogenannte astronomische Uhr, deren täglicher Fehler vernachlässigt werden kann und die überdies hin und wieder nach dem Nauener Zeitzeichen eingestellt wird. Beide Uhren haben nur je einen einzigen Zeiger, einen Sekundenzeiger, der sich also in jeder Minute einmal dreht. Dementsprechend sind auch die Zifferblätter in je 60 Sekunden eingeteilt. B und C sind im Maschinenhaus aufgestellt.

Aufgabe des Maschinenmeisters ist es nun, darüber zu wachen, daß der Zeiger der von dem Generator gespeisten Synchronuhr B auf dieselbe Sekundenzeiffer zeige wie der Zeiger der Pendeluhr C. Eilt der Zeiger von B voraus, so ist das ein Zeichen, daß der Generator zu viel Umdrehungen macht; alle an das betreffende Netz angeschlossenen Synchronuhren gehen um den gleichen Betrag vor.

Der Maschinist muß auf hier nicht weiter zu erörternde Art den Lauf des Generators verlangsamen, bis die Zeiger der Synchronuhr B und der Kontrolluhr C wieder auf die gleichen Sekundenzeiffern weisen. Umgekehrt: Bleibt der Zeiger von B zurück, so muß der Maschinist den Gene-

rator schneller laufen lassen, bis der Zeiger r den Zeiger s eingeholt hat.

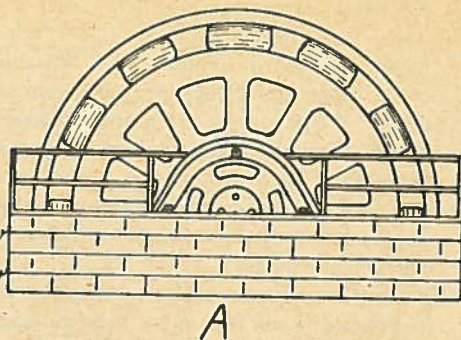
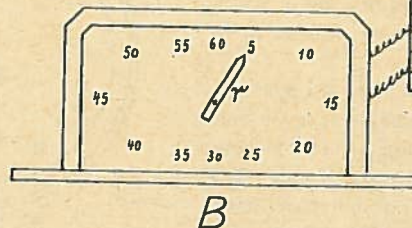
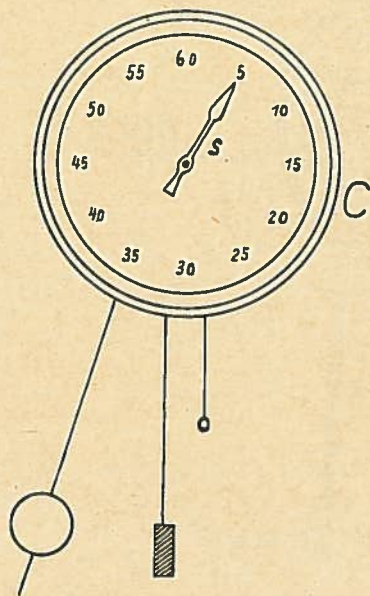


Abbildung 4

Wirklich im gleichen Rhythmus während längerer Zeitdauer gehen die beiden Uhren B und C nie. Es ist ein fortwährendes Voreilen oder Zurückbleiben des Zeigers r und damit — das dürfen wir nicht vergessen — aller an das Netz angeschlossenen Uhren. Diese Differenzen sind aber — wie man schon durch einen Blick auf die in 60 Sekunden eingeteilten Zifferblätter der Uhren B und C er-

kennt — niemals größer als eine Minute; denn dann würde ja dem kontrollierenden Maschinisten der Überblick verloren gehen. Tatsächlich sind die Unterschiede sogar wesentlich geringer; sie haben noch niemals mehr als 20 Sekunden betragen. Eine Synchronuhr geht also niemals mit der ruhigen Stetigkeit einer präzisiösen astronomischen Uhr, sondern sie pendelt dauernd zwischen einem Zuschnell oder einem Zulangsam von einigen Sekunden hin und her. Dieser Ungenauigkeitsgrad ist jedoch für uns praktisch völlig bedeutungslos. Der Wert der Synchronuhr liegt in der absoluten durchschnittlichen Genauigkeit ihrer Zeitangaben.

In der Praxis weicht die Frequenzregulierung lediglich insofern von der soeben geschilderten Art ab, als man gem. Abb. 5 die beiden Werke der Uhren B und C in einem Gehäuse vereinigt. D ist eine solche Doppeluhr.

Sie hat 2 Zeiger, einen roten r, der von dem Synchronwerk, und einen schwarzen s, der von dem Pendelwerk angetrieben wird. Aufgabe des Maschinisten ist es hier, beide Zeiger zur Deckung zu bringen, was in der geschilderten Weise durch Drehzahlregulierung des den roten Zeiger über das Synchronwerk treibenden Generators A geschieht. Nach Abbildung 3 muß also der Maschinist den Lauf des Generators soweit verlangsamen, bis r von s eingeholt worden ist und beide Zeiger sich decken, d. h. übereinanderstehen.

Unternimmt man es, alle bekannten Uhren zu klassifizieren, sie in ein System zu bringen, so kann man sie einteilen in große und kleine oder — wie uns schon aus dem ersten Schuljahre bekannt — in Turm-, Wand- und Taschenuhren oder in goldene, silberne, hölzerne usw. oder auch schließlich in solche, die richtig, falsch oder gar nicht gehen.

Wir möchten jedoch auf etwas anderes hinweisen: Man kann die Uhren einteilen in Synchronuhren und andere Uhren. Die „anderen“ Uhren haben nämlich das gemeinsam, daß sie erstens einen sogenannten Kraftspeicher (gespannte Feder, hochgewundenes Gewicht, Sand, Wasser usw. Taschenlampen- oder Akkumulatorenbatterie usw.), zweitens eine Reguliervorrichtung, die das Durchrasen verhindert und den gleichmäßigen Gang gewährleistet (Hemmung, Pendel, Unruhe) besitzen. Kraftquelle und Reguliervorrichtung sind zunächst ganz getrennte Elemente einer solchen Uhr. Die Synchronuhr hingegen trägt weder einen Kraftspeicher noch eine Reguliervorrichtung in sich. Sie wird mit frequenzreguliertem Wechselstrom betrieben, der hier zwei Aufgaben zu erfüllen hat: Er ist erstens Träger der von außen her kommenden Kraft, welche die Synchronuhr

treibt. Er tritt hier an die Stelle der sonst in einem Kraftspeicher beliebiger Art angesammelten Kraft. Zweitens befähigt ihn der Umstand, daß er die Frequenz genau

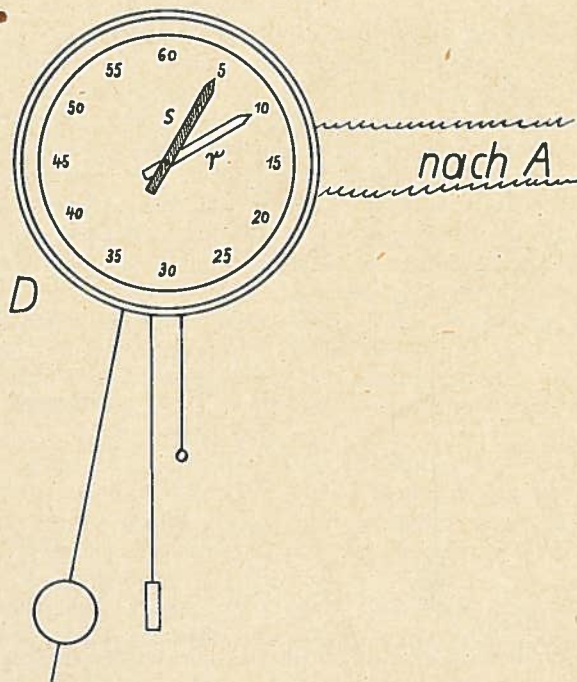


Abbildung 5

einhält, die Regulierung des Ganges der Uhr zu übernehmen. Der Wechselstromgenerator in der Zentrale ist die Kraftquelle, der Maschinist der Regulator der Synchronuhr.

Auch aus diesen Betrachtungen ergibt sich in Verbindung mit den Ausführungen auf Seite 5 über den Synchronmotor ohne weiteres, daß eine einmal richtig eingestellte Synchronuhr, solange sie an ein frequenz-

reguliertes Netz angeschlossen ist, immer richtig gehen muß. Von dem oben erwähnten Spielraum von plus oder minus 10 Sekunden abgesehen, kann

eine Synchronuhr niemals falsch gehen.

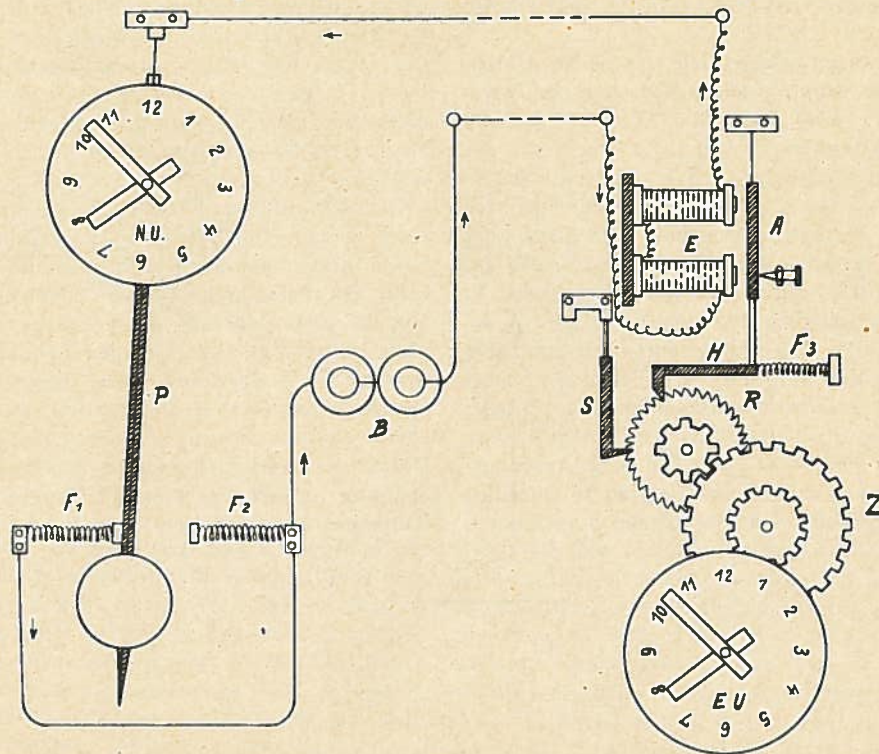


Abbildung 6

In diesem Zusammenhange sei darauf hingewiesen, daß unsere seit vielen Jahrzehnten bekannten deutschen Bahnhofsuhrn auch Synchronuhren sind, insofern, als auch sie weder einen Kraftspeicher noch eine Regulierungsvorrichtung in sich tragen. Beides wird auch hier durch einen von außen kommenden frequenzregulierten elektrischen Strom ersetzt.

Die Abbildung 6 zeigt schematisch eine solche Uhrenanlage. NU ist die beim Eisenbahnzentralamt in Berlin aufgestellte Normaluhr, auch Mutteruhr genannt. Sie liegt mit den Kontakten F_1 und F_2 in einem aus der Batterie B und dem Elektromagneten E gebildeten Stromkreis. Zwischen F^1 , F^2 und dem Pendel P befinden sich die Kontaktstellen. Bei jedem Ausschlag nach links oder rechts berührt das Pendel P die Kontakte und sendet dadurch einen Stromstoß durch den Elektromagneten E. Dessen Kern wird magnetisch und zieht den Anker A an. Der mit ihm verbundene Haken H geleitet nach links über den nächsten Zahn des Steigrades R. Wenn das Pendel keinen Kontakt gibt, so wird der Stromkreis unterbrochen, E verliert seinen Magnetismus und der Anker A geht unter der Einwirkung der Federkraft von F_3 in seine Ausgangsstellung zurück. Dadurch wird das Steigrad R um einen Zahn nach rechts gedreht, Die Sperrklinke S verhindert,

daß R bei der abermaligen Linksbewegung von H zurückgedreht wird. Die Rechtsdrehungen von R werden in hier nicht weiter interessierender Weise auf die Zeiger der Bahnhofsuhr EU übertragen. Von der einen Zentraluhr NU in Berlin werden sämtliche deutschen Bahnhofsuhren mit frequenzreguliertem Strom versehen. Es handelt sich hierbei im Gegensatz zu unserer Synchronuhr nicht um Wechselstrom, sondern um durch das Pendel P zerhackten Gleichstrom. Die Nebenuhren EU müssen — wie leicht einzusehen ist — mit der Hauptuhr NU synchron gehen, d. h. stets dieselbe Zeit wie diese anzeigen.

Ein wesentlicher Unterschied besteht noch zwischen einer Synchronuhr, wie wir sie aus unserem Baukasten bauen wollen, und dem Uhrensystem der Deutschen Reichsbahn. Die Bahnuhren bedürfen besonderer Leitungen, die von der Zentraluhr aus durch das ganze Deutsche Reich nach jedem, auch dem kleinsten Bahnhof gehen, und die nur zur Speisung dieser Uhren benutzt werden können. Demgegenüber besteht der Vorteil unserer Synchronuhr darin, daß die beiden in unsere Wohnungen führenden Drähte des Wechselstromnetzes uns auch den Strom zur Speisung unserer Glühlampen, Plättglocken, Staubsauger, Radioapparate, Spielzeuge usw. zuführen.

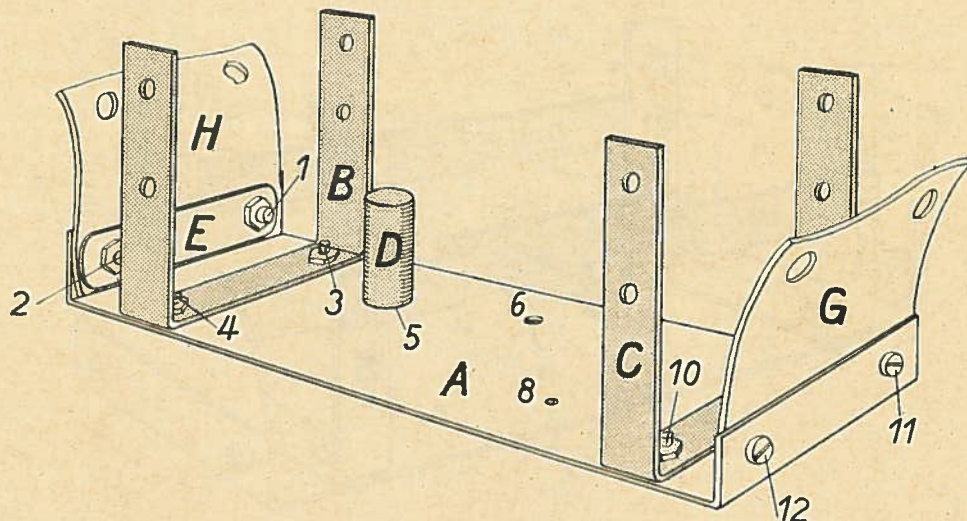


Abbildung 7

Wir schrauben auf den inneren Boden A die Bügel B und C mittels je zweier Schrauben und Muttern, ferner den mit Gewinde versehenen Spulenkern D. An die Winkel von A schrauben wir die beiden Gummipplatten G und H. Die vier Löcher in jeder Gummipplatte bilden miteinander kein Quadrat. (Lege die 2-Loch-Leisten E, F, o und p auf die Gummipplatten und beachte, welche Lochpaare sich decken, d. h. den gleichen Abstand haben, und welche nicht. Nur die ersteren darfst du miteinander verbinden.

Wenn du die falschen Lochpaare der Leiste und der Gummipplatte zusammenschraubst, so wirft die Gummipplatte Falten, was keinesfalls vorkommen darf!) Damit die Muttern nicht durch den Gummi hindurchgezogen werden, werden die Leisten E bzw. F mit angeschraubt, so daß, wie die Abbildung deutlich zeigt, die Gummipplatte H zwischen den Winkel von A und der Leiste E liegt. In sinngemäßer Weise wird die Gummipplatte G befestigt.

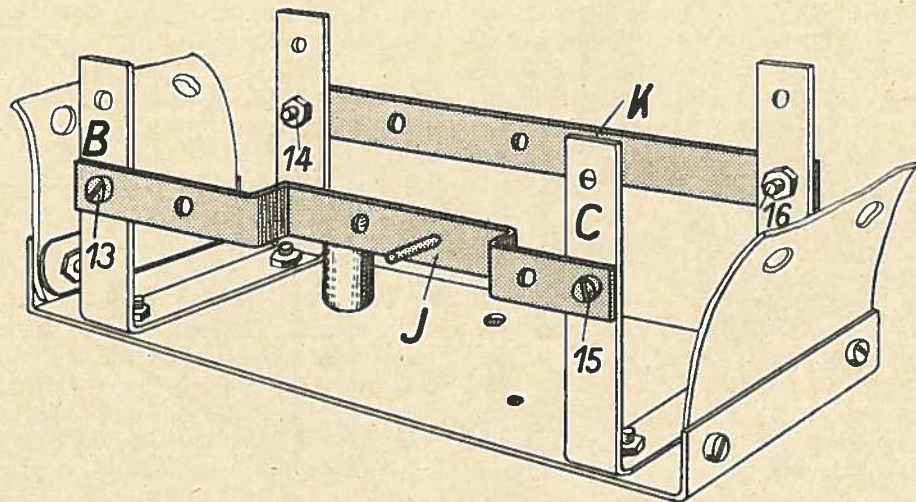


Abbildung 8

Wir schrauben an die Bügel B und C die Schienen J und K. (Beachte, daß sich die Schienen außen, die Bügel sich innen befinden müssen!) Dort wo J angeschraubt

ist, ist die Vorderseite des Werkes, d. h. dorthin kommen später Zifferblatt und Zeiger.

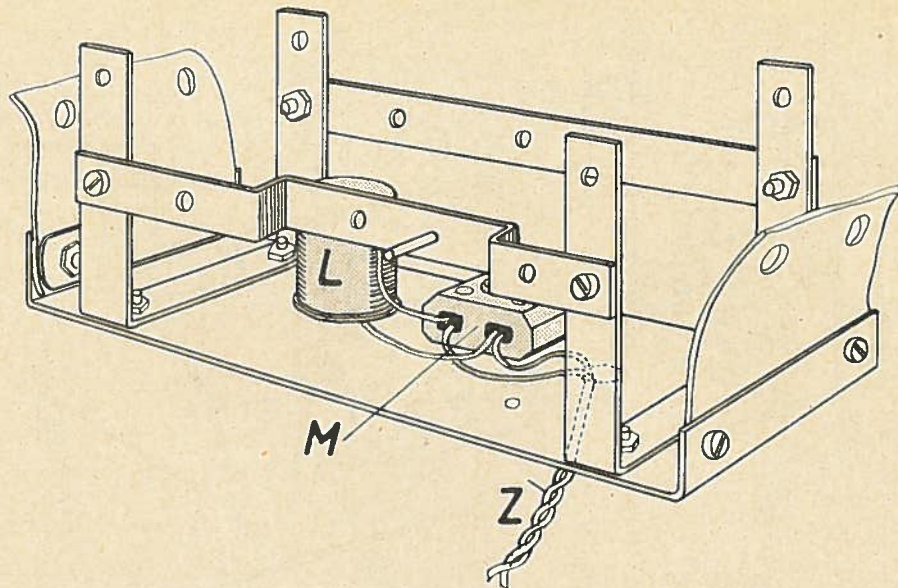


Abbildung 9

Wir schieben über den Spulenkern D die Spule L und klemmen sie fest, indem wir zwischen Spule und Kern ein zugespitztes Hölzchen fest hineindrücken. Ferner schrauben wir unter Benutzung des Loches 6 (s. A in Abb. 1) mittels der langen vernickelten 3-mm-Ø-Schraube auf den inneren Boden A die Bakelit-Lüster-Klemme M. Die aus der Spule L heraustretenden Drahtenden schaben wir blank

und schieben auf jedes Drahtende ein etwa 4 cm langes Stück Isolierschlauch. Dann führen wir die blanken Enden der Spule L in die Lüsterklemme und desgleichen zwei blankgeschabte Enden der Schwachstromlitze und klemmen sie durch Anziehen der Lüsterklemmschrauben fest. Die Litze z wird durch das große Loch 7 (s. A in Abb. 1) des inneren Bodens geführt.

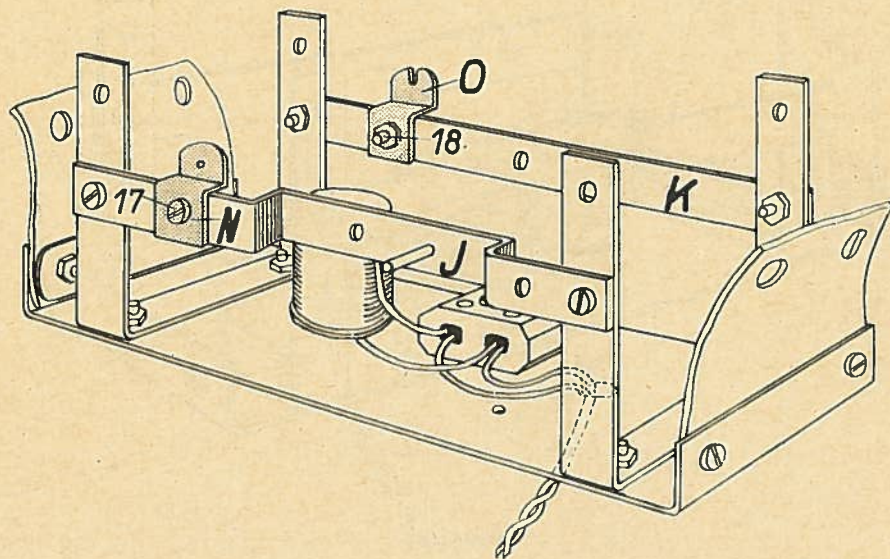


Abbildung 10

Wir schrauben an die gekröpfte Schiene J das vordere Polrad-Wellen-Lager N und an die Schiene K das hintere Polrad-Wellen-Lager O. (Beachte, daß N außen auf die

Leiste J geschraubt wird, das Lager O hingegen innen an die Leiste K!)

Wir schrauben unter Benutzung der obersten Löcher 19, 20, 21 und 22 die Bügel B bzw. C, die Leisten S und T und die U-Stücke R und P zusammen. (Beachte die Reihenfolge dieser Teile, die die Abbildung 12 deutlich zeigt!) Zuerst stehen die Bügel B und C, dann folgen die Leisten S und T und außen die U-Stücke P und R. Die rechte Abbildung 12 zeigt in der Draufsicht deutlich, daß die Löcher 23 und 24 nicht auf Mitte der U-Stücke P und R stehen, sondern näher nach der Vorderseite, also der Zifferblattseite zu.

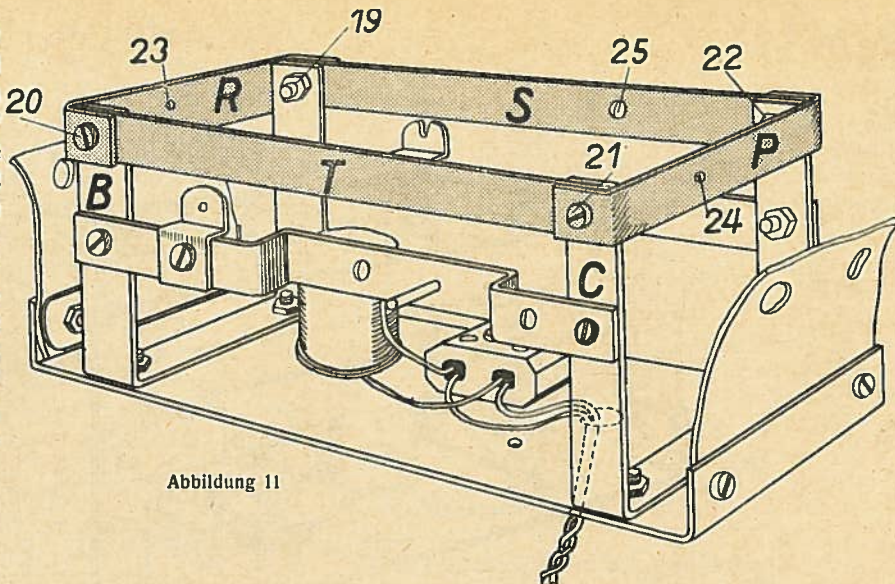


Abbildung 11

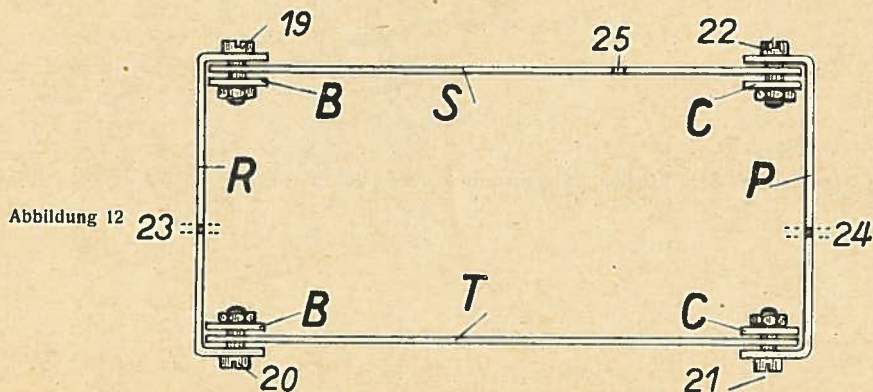


Abbildung 12

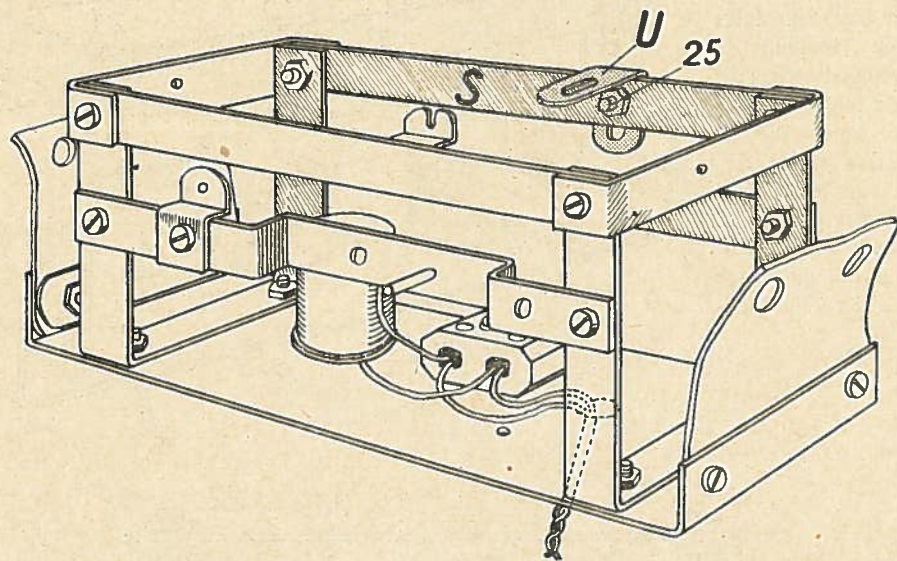


Abbildung 13

Unter Benutzung der Löcher 25 schrauben wir den Winkel U an die Leiste S.

Abbildung 14 zeigt die Verbindung des 60-Zahn-Schneckenrades X mit der Zeigerwelle V. Wir schieben zunächst die Zeigerwelle V, auf der der 12-Zahn-Mockentrieb sitzt, von vorn durch das Loch 26 der gekröpften Schiene J. Ehe wir die Welle V durch das Loch 27 der hinteren Leiste K führen, müssen wir auf sie die Buchse mit Ansatz W, das 60-Zahn-Rad, die Spiralfeder Y und die Buchse Z schieben. Dann erst schieben wir die Welle durch das Loch 27 der Schiene K, und zwar so weit, daß der 12-Zahn-Mockentrieb 26 fast an die Schiene J stößt. Dann wird die Schraube der Buchse W festgezogen. Hierbei ist zu beachten, daß die Zeigerwelle V nicht klemmt. Sie muß sich spielend leicht in den beiden Lagerlöchern 26 und 27 drehen. Auf den Ansatz der Buchse W schieben wir das Rad X und drücken die Buchse unter Überwindung der Gegenkraft der Feder Y gegen das Rad X. Dann wird die Schraube von Z angezogen. Mit dieser Anordnung wird erreicht, daß die Zeigerwelle mit den später aufzusetzenden Zeigern gedreht werden kann (zum Zwecke des Stellens der Uhr), ohne daß jedoch das Rad X und damit das ganze Werk sich mitdrehen müssen. Wir versuchen dies, indem wir das Rad X festhalten und das vordere Ende der Zeigerwelle V oder den 12-Zahn-Mockentrieb drehen. Dies muß sich ohne Anstrengung bewerkstelligen lassen. Ist jedoch die Feder Y nicht genügend stark gespannt, so kann es vorkommen, daß sich zwar X dreht, aber V nicht, daher auch nicht die Zeiger. In diesem Falle muß Z etwas näher nach X zu gerückt werden, wodurch die Feder Y auf die entsprechende Spannung gebracht wird.

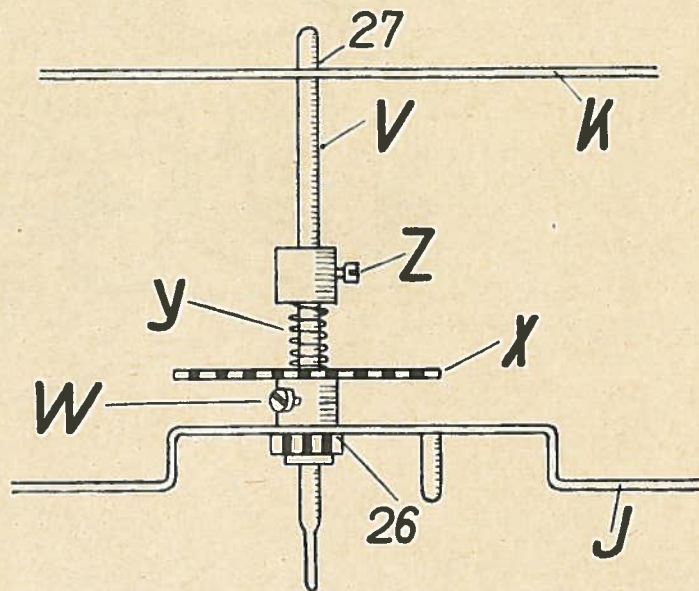


Abbildung 14

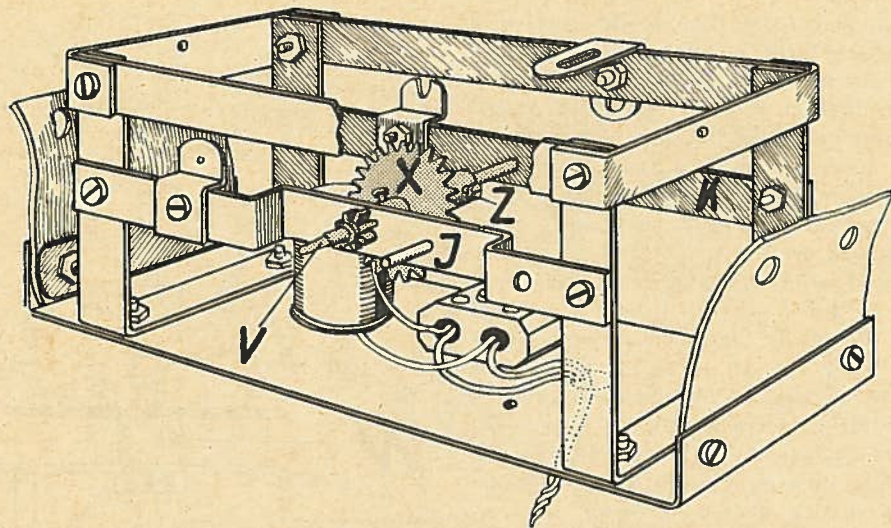
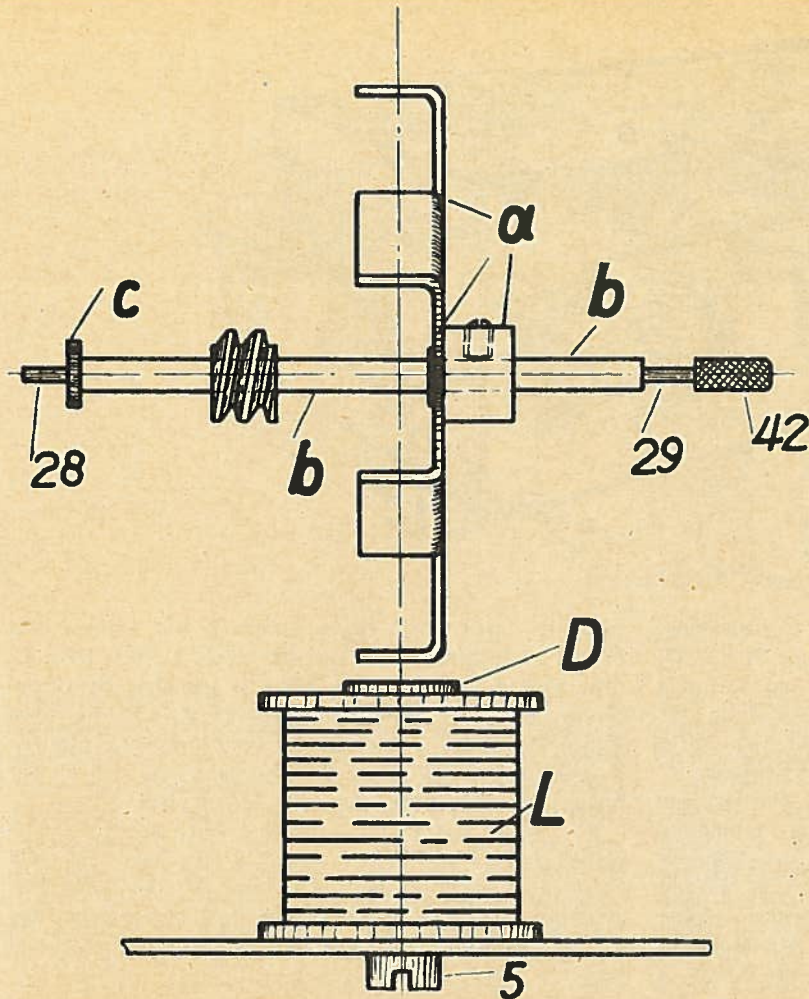


Abbildung 15

Abbildung 15 zeigt die nach Abbildung 14 mit den verschiedenen Teilen versehene Zeigerwelle im Zusammenhang mit dem übrigen Werk. Aus der oberen vorderen

Leiste wurde der besseren Erkennbarkeit halber ein Stück herausgebrochen gezeichnet.



Die Abbildung 16 zeigt die Befestigung des Polrades *a* auf der Polradwelle *b*. Das Polrad *a* schieben wir über die Polradwelle *b* von rechts, also über 42 und 29, und befestigen es durch Anziehen der Buchsenschraube. Über den Zapfen 28 schieben wir die Lederscheiben *c*.

Abbildung 16

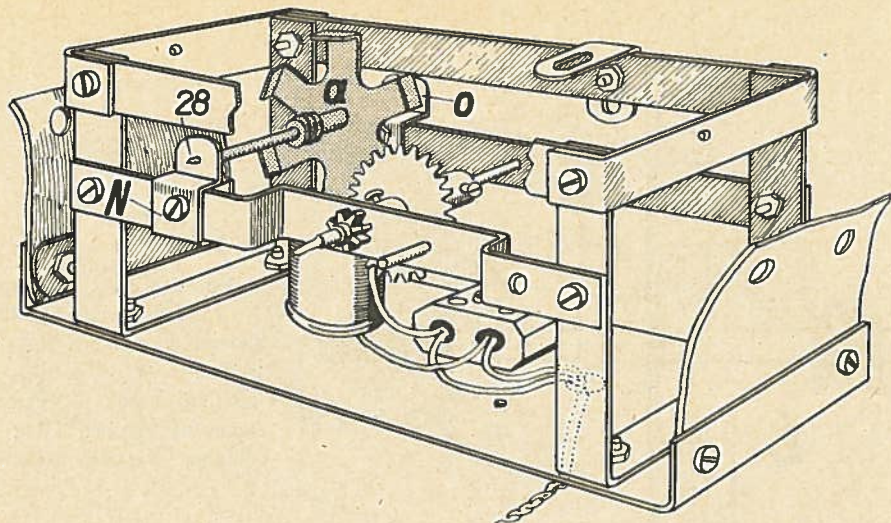


Abbildung 17

Die nach Abbildung 16 mit dem Polrad a zusammengebaute Polradwelle b setzen wir in die Lager N und O, und zwar so, daß erst der Zapfen 28 in das Loch 28 von N geschoben wird und alsdann die Rille 29 in den Schlitz 29 von O gehängt wird. Dies läßt sich leicht bewerkstelligen, wenn wir (vgl. Abb. 11) die Schraube 19 nochmals lösen und die Schiene S etwas hochklappen. Nach Einsetzen der Polradwelle wird die alte Verbindung wieder hergestellt, d. h. S wird wieder an den Bügel R festgeschraubt. (Überzeuge dich, daß sich das Polrad mit seiner Welle spielend leicht in den beiden Lagern 28 und 29 dreht! Beachte ferner, daß, wie Abbildung 16 zeigt, die Polradmitte genau über die Mitte des Kerns D

bzw. der Spule L zu liegen kommt!) Wir können jetzt bereits versuchen, ob der aus der Spule L, dem Kern D, dem Polrad a und seiner Welle b gebildete Synchronmotor läuft. Wir verbinden zu diesem Zwecke die freien Enden der Litze z mit einem Transformator (Electric-Transformator oder Klingeltransformator), so daß an der Spule L eine Spannung von etwa 5 Volt liegt.

Wir werfen das Polrad a durch Drehen an dem ränderten Teil 42 der Welle b an, nicht zu schnell und nicht zu langsam. Wir werden die richtige Art des Anwerfens zwischen Daumen und Zeigefinger bald herausfinden und das Polrad läuft dann mit der synchronen Tourenzahl weiter.

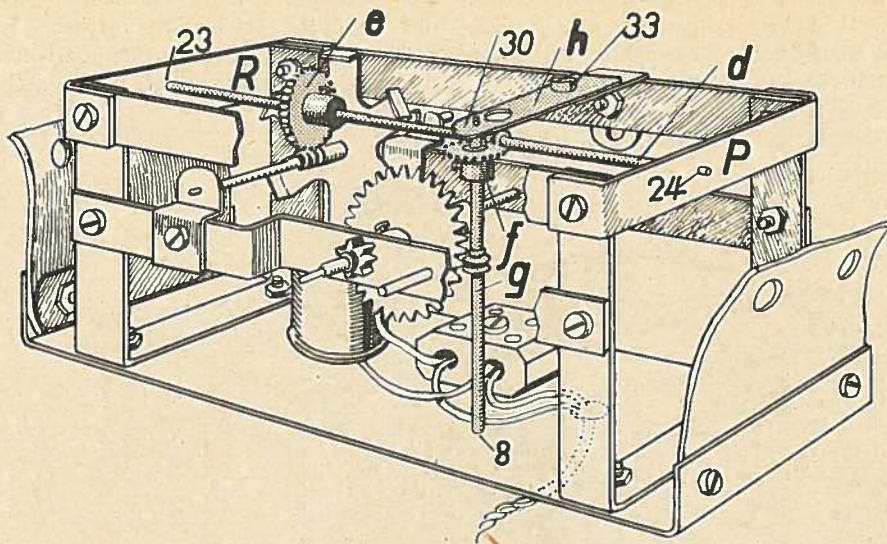


Abbildung 18

Wir schieben auf die Welle d das 40-Zahn-Turbax-Schneckenrad e. Die beiden Zapfen 23 und 24 werden in den Löchern 23 und 24 gelagert. Zu diesem Zwecke müssen wir das U-Stück P nochmals abschrauben, dann die Zapfen der Welle d in die Löcher 23 und 24 stecken und alsdann das U-Stück P wieder festschrauben. Das 40-Zahn-Turbax-Schneckenrad e schieben wir an eine solche Stelle der Welle d, daß es genau über der Mitte der Schnecke der Polradwelle b steht; alsdann ziehen wir die Schraube der Buchse des Rades e an. Wenn wir jetzt das Polrad drehen, werden sich d und e mitdrehen. (Be-

achte, daß das Schneckenrad e mit der Polradschnecke in lockerem Eingriff stehe, keinesfalls dürfen diese beiden Teile gegeneinander klemmen!)

Auf die Welle g schieben wir das 25-Zahn-Schneckenrad f und stecken den Zapfen 8 in das Loch 8 des inneren Bodens A. Wir schieben die Leiste h mit dem Loch 30 auf den Zapfen 30 der Welle g und schrauben diese Leiste h unter Verwendung des Loches 33 an den Winkel U. Das große Loch in der Leiste h dient zur Beobachtung des Eingriffs zwischen dem Schneckenrad f und der auf der Welle d sitzenden Schnecke. Auch hier ist zu beachten,

daß diese beiden Teile nicht gegeneinander klemmen. Gegebenenfalls muß die Leiste h etwas vor- oder zurückgerückt werden, ehe die Schraube 33 endgültig angezogen wird. Ehe wir weiterbauen, versetzen wir durch Anschließen der Litze z an den Transformator und Anwerfen das Polrad in Drehungen und beachten, ob alle Teile in

dem richtigen Eingriff miteinander stehen und sich mit der nötigen Leichtigkeit drehen. Erst wenn diese Zwischenprobe bestanden ist, darf nach Abbildung 19 weitergebaut werden. (Vgl. hierzu auch die schematische Abbildung 3.)

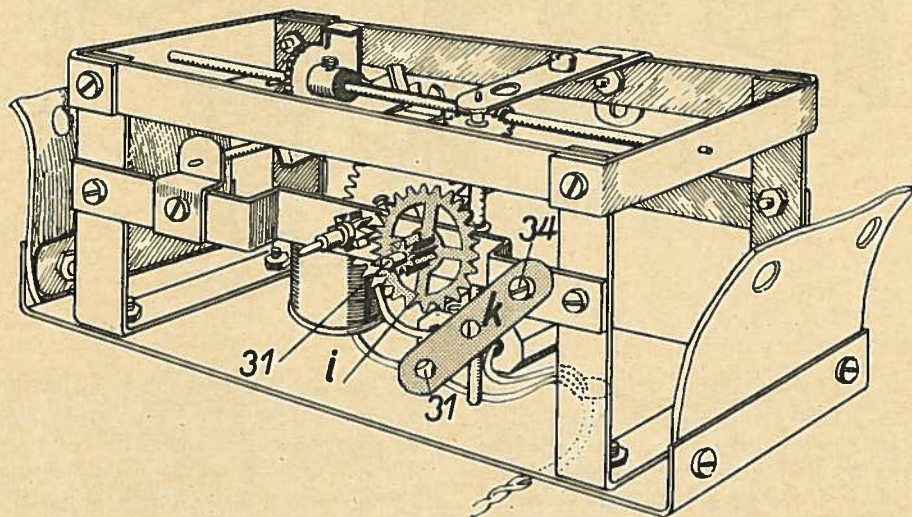


Abbildung 19

Wir schieben das Wechselrad i auf den an die gekröpfte Schiene J genieteten Zapfen 31. Es steht sofort im Eingriff mit dem 12-Zahn-Mockentrieb auf der Zeigerwelle.

(Überzeuge dich auch jetzt von dem spielend leichten Gang des Werkes!)

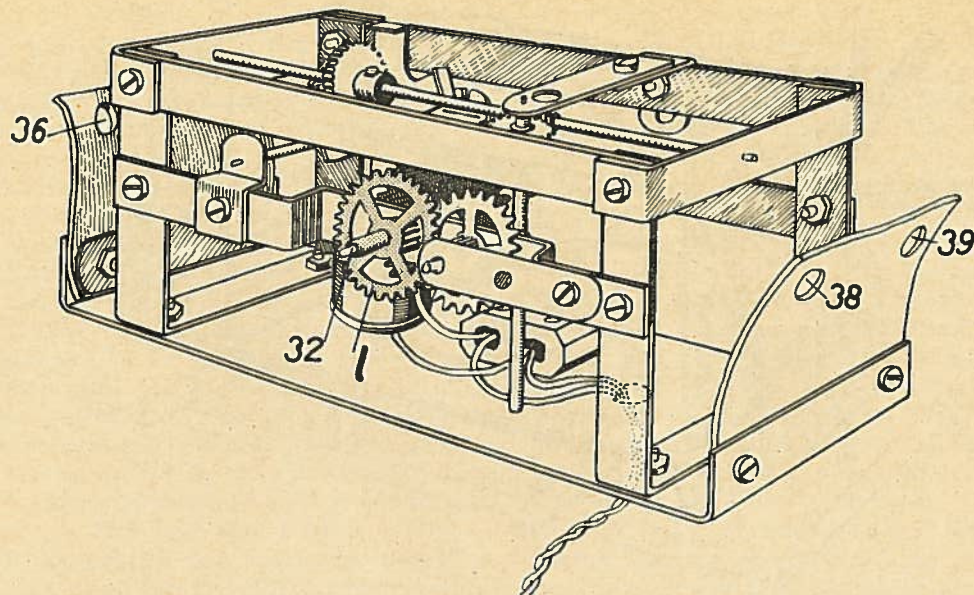


Abbildung 20

Wir schieben erst das kleine Distanzröhrchen aus der beiliegenden Tüte und dann das 40-Zahn-Stundenrad l auf den vorderen Teil der Zeigerwelle und schrauben unter Berücksichtigung der Abbildung 19 die Messingfeder k so an die Schiene J, daß deren Loch 31 auf dem freien Zapfende 31 sitzt und k das Wechselrad i leicht gegen die Schiene J drückt. Die Messingfeder k hat

die Aufgabe, zu verhindern, daß das Wechselrad i und das Stundenrad l von ihren Zapfen heruntergleiten.

N.B. Es kann zweckmäßig sein, die beiden Arbeitsgänge nach Abbildungen 19 und 20 gleichzeitig auszuführen, d. h. i und l gleichzeitig auf ihre Zapfen zu schieben.

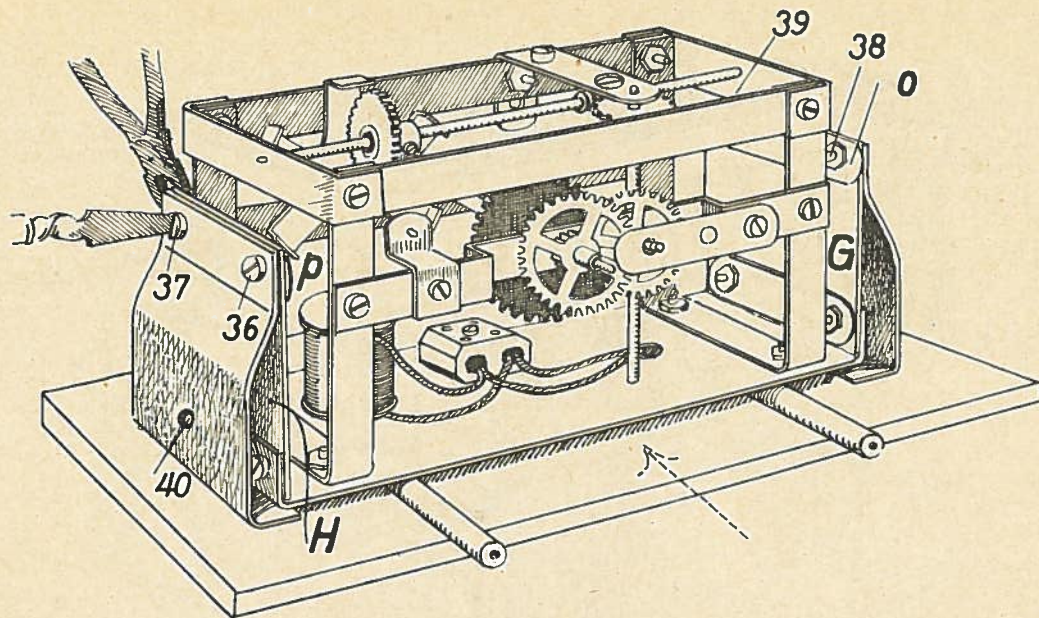


Abbildung 21

Das nach Abbildung 20 vollkommen zusammengesetzte Werk, von dessen Betriebsfähigkeit wir uns durch Anschließen an den Transformator überzeugten, muß nun mit dem äußeren, lackierten Boden m verbunden werden, auf dem die beiden Winkel n—n angeschweißt sind (vgl. m in Abb. 2). Zu diesem Zwecke schieben wir, wie in der Abbildung 21 der punktierte Pfeil zeigt, das fertige Werk von vorn zwischen die Winkel n—n. (Beachte, daß das

große Loch 7 des äußeren Bodens m und das Loch 7 des Fundamentes A übereinanderliegen!) Durch die beiden Löcher 7 ziehen wir die Schwachstromlitze z aus der Unterseite des Boden m heraus. Zwischen A und m legen wir, wie die Abbildung 21 deutlich zeigt, zwei Bleistifte oder dergleichen. Diese dienen zur Wahrung des erforderlichen Abstandes zwischen A und m. Alsdann befestigen wir die Gummipatte H an dem linken Winkel n, indem

wir sie mittels der Schrauben 36 und 37 zwischen n und der Leiste p festklemmen. In sinngemäßer Weise wird die Gummipatte G an dem rechten Winkel n unter Verwendung der Leiste o und der Schrauben bzw. Löcher 38 und 39 befestigt. Das Werk ist also an dem äußeren Boden m mit den Winkeln $n - n$ durch Gummiaufhängung verbunden. Die Gummiaufhängung wird in der Technik gerne benutzt, wenn es sich darum handelt, Geräusche irgendeiner Maschine nicht an deren Gestell, Fundament, mit einem Wort: bis an ihren Träger gelangen zu lassen. Bei besseren Sprechmaschinen z. B. wird stets das Werk von dem Gehäuse durch Gummipuffer, Filz oder dergleichen akustisch isoliert. Bei unserer Uhr besteht die akustische Isolierung in den Gummipatten H und G . Die in dem Werk beim Betrieb auftretenden Schwingungen werden von den beiden Gummipatten nicht bis zum äußeren Boden m bzw. $n - n$ durchgelassen. Sie werden von den Gummipatten verschluckt. Nach erfolgter Aufhängung des Werkes werden die beiden Bleistifte entfernt. Das Werk hängt jetzt an den Winkeln $n - n$ wie eine Schaukel und schwingt auch, wenn angestoßen, wie eine solche hin und her. Das Werk selbst darf keinesfalls m oder $n - n$ irgendwo berühren, da sonst die Wirkung der Gummiaufhängung illusorisch gemacht würde und die Schwingungen des Werkes auf den äußeren Boden

und das später aufzusetzende Gehäuse s übertragen werden würden. Der äußere Boden aber und das Gehäuse besitzen viel größere Flächen als das Werk selbst und diese größeren Flächen vermögen die von dem Werk empfangenen Schwingungen der Luft in Gestalt von Schallwellen besonders gut mitzuteilen. Dies aber muß gerade vermieden werden, damit von den Schwingungen des laufenden Werkes möglichst wenig an unser Ohr gelangt oder mit anderen Worten: damit die Uhr recht geräuschlos geht.

Die aus dem Loch 7 aus der Unterseite des äußeren Bodens m heraustretende Litze z müssen wir mittels der Kabelschelle x am Boden m festklemmen. Dadurch verhindern wir, daß ein auf die Litze ausgeübter Zug sich bis an das Werk hin fortpflanzt und das wie eine Schaukel aufgehängte Werk in irgendeine schiefe Lage bringt. Vor dem Festklemmen der Litze z unter die Schelle x ist darauf zu achten, daß das Litzenstück zwischen x und der Lüsterklemme nicht straff angespannt, sondern recht locker sitzt. Zur Befestigung der Klemme x an dem äußeren Boden m verwenden wir eine der noch übrigen drei kurzen vernickelten 3-mm-Ø-Schrauben mit Mutter. Die Litze wird dann durch das Loch 43 des Bodens m nach außen geführt. (Vgl. über die Litzenführung x 41, 43 und z in Abbildung 25.)

Beim Betrachten des Inneren des Gehäuses *s* erblicken wir an der Vorder- und an der Rückseite je drei angeschweißte Führungsschienen *t*. Diese haben die Aufgabe, an der Vorderseite das Zifferblatt *r*, an der Rückseite die Zelluloidplatte *u* an dem Gehäuse zu halten. Da das Zifferblatt eine Stärke von ca. $1\frac{1}{2}$ mm hat, die Celluloidplatte aber nur $\frac{1}{4}$ mm stark ist, haben dementsprechend die Führungsschienen an der Zifferblattseite des Gehäuses einen größeren, an der Rückseite einen kleineren Abstand vom Gehäuse. Die Abbildung 22 zeigt als Innenansicht, in welcher Weise das Zifferblatt *r* in die Führungsschienen *t* hineingeschoben wird.

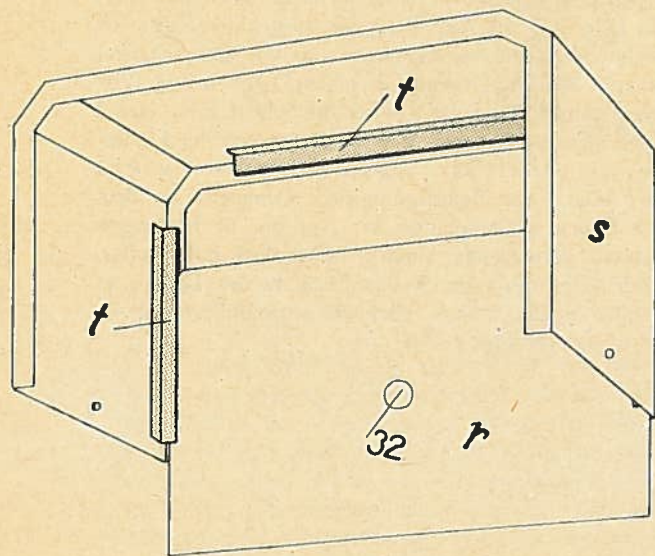


Abbildung 22

Die Abbildung 23 zeigt das Gehäuse *s* von vorn mit dem nunmehr bis oben hinan in die Schienen *t* hineingeschobenen Zifferblatt *r* und der teilweise in die hinteren Führungsschienen *t* eingeführten Zelluloidplatte *u*.

Die Abbildungen 22 und 23 wollen uns nur den Zweck der Führungsschienen *t* veranschaulichen und die Art, wie durch sie Zifferblatt *r* und Zelluloidplatte *u* an dem Gehäuse *s* gehalten werden. Ehe wir an den Fertigbau der Uhr nach Abbildung 24 gehen, müssen wir Zifferblatt und Zelluloidplatte zunächst wieder von dem Gehäuse lösen, indem wir sie aus den Führungsschienen herausziehen.

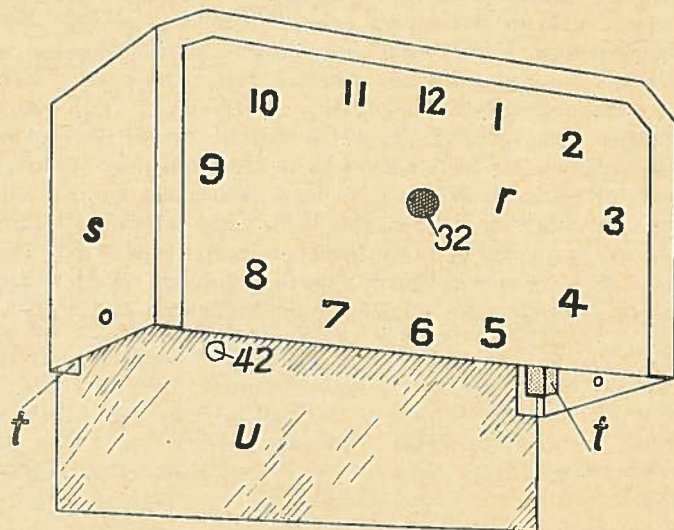


Abbildung 23

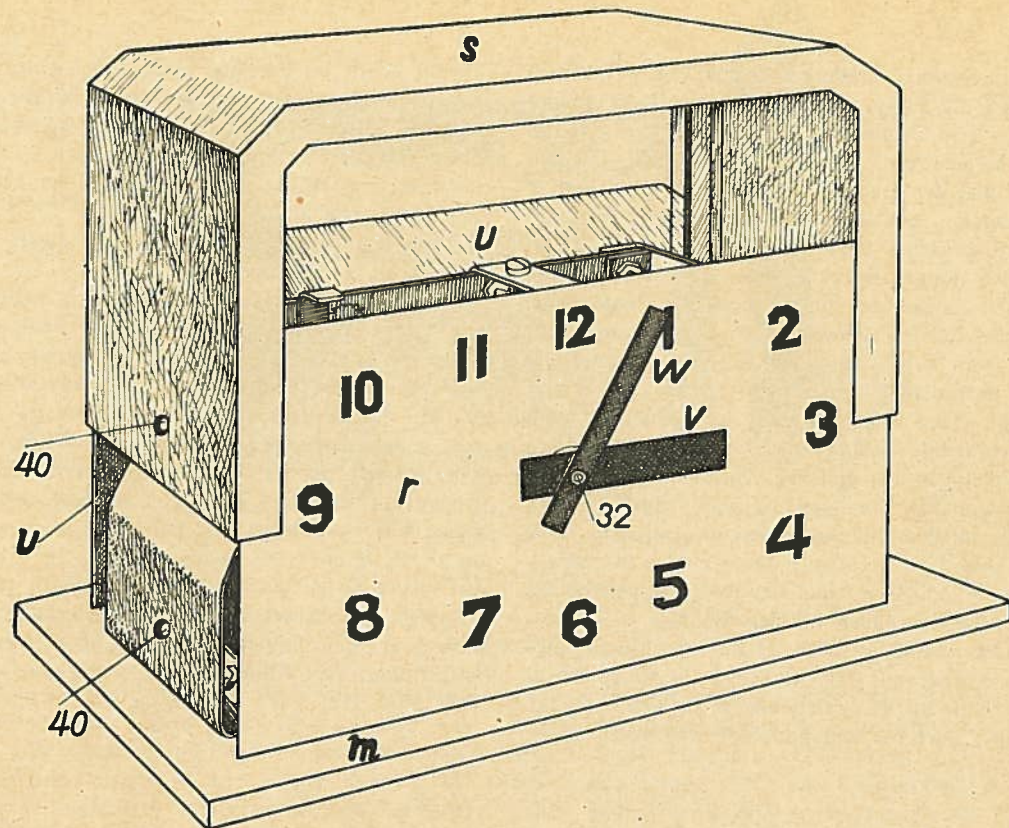


Abbildung 24

An die Vorderseite des Werkes stellen wir das Zifferblatt r, so daß die Zeigerwelle 32 und die Hülse 32 des Stundenrades l (vgl. Abbildung 20) aus dem Loch 32 des Zifferblattes herausragen. Den kleinen Zeiger v drücken wir auf die Hülse des Stundenrades, den großen Zeiger w auf den vordersten, konischen Teil der Zeigerwelle, und zwar so, daß zunächst beide Zeiger auf „um 12 Uhr“ zeigen. Um den nötigen Druck ausüben zu können, halten wir noch einen Finger von hinten gegen die Zeigerwelle.

An die Rückseite des Werkes stellen wir die Zelluloidplatte u so, daß (vgl. Abbildung 25) das ränderierte Ende 42 der Polradwelle b durch das Loch 42 der Zelluloidplatte ragt. Jetzt ergreifen wir das Gehäuse s und schieben es vorsichtig so über das Werk, daß Zifferblatt und Zelluloidplatte in den Führungsschienen t gleiten (vgl. Abbildung 22 und 23). Das Gehäuse muß schließlich (vgl. Abbildung 25) auf dem äußeren Boden m aufsitzen.

Wenn das Gehäuse s auf dem äußeren Boden m aufsitzt, befestigen wir es mittels je einer der noch übrigen beiden vernickelten 3-mm-Schrauben an den Winkeln n — n des Bodens m. Die Abbildung 24 zeigt nur die hierzu links vorgesehenen Löcher 40 — 40, während die entsprechenden Löcher rechts auf der Zeichnung nicht sichtbar sind.

Wer will, mag auch die Zelluloidplatte weglassen, sei es,

um das Werk im Betriebe besser beobachten zu können, sei es zum Zwecke eines Probelaufes, um die Möglichkeit zu haben, kleine Störungen besser zu erkennen und zu beheben. Soll die Zelluloidplatte später doch noch als Uhrenrückwand angebracht werden, so muß natürlich das Gehäuse erst wieder abgeschraubt und völlig abgehoben werden. Dann erst ist, wie eingangs dieses Abschnittes beschrieben, zu verfahren.

Es können auch das ganze Gehäuse s nebst der Zelluloidplatte u weggelassen werden, z. B. wenn Wert darauf gelegt wird, das ganze Werk im Betrieb dauernd vor Augen zu haben. Um ein Verstauben des Werkes zu verhindern, empfiehlt es sich alsdann, über das ganze Uhrwerk eine Glashaube entsprechender Größe zu stülpen. Sollte einmal infolge Ausbleibens des Stromes die Uhr stehengeblieben sein, so muß sie nach dem Anwerfen wieder auf die richtige Zeit eingestellt werden. Dies darf nur durch Drehen des großen Zeigers im Uhrzeigersinn, also rechts herum geschehen, da andernfalls (durch Linksdrehung) das Schneckenrad X die Schnecke und damit die Welle g aus dem Lagerloch 8 herausheben würde, was bei Betrachtung der Abbildungen 3 und 18 leicht einzusehen ist.

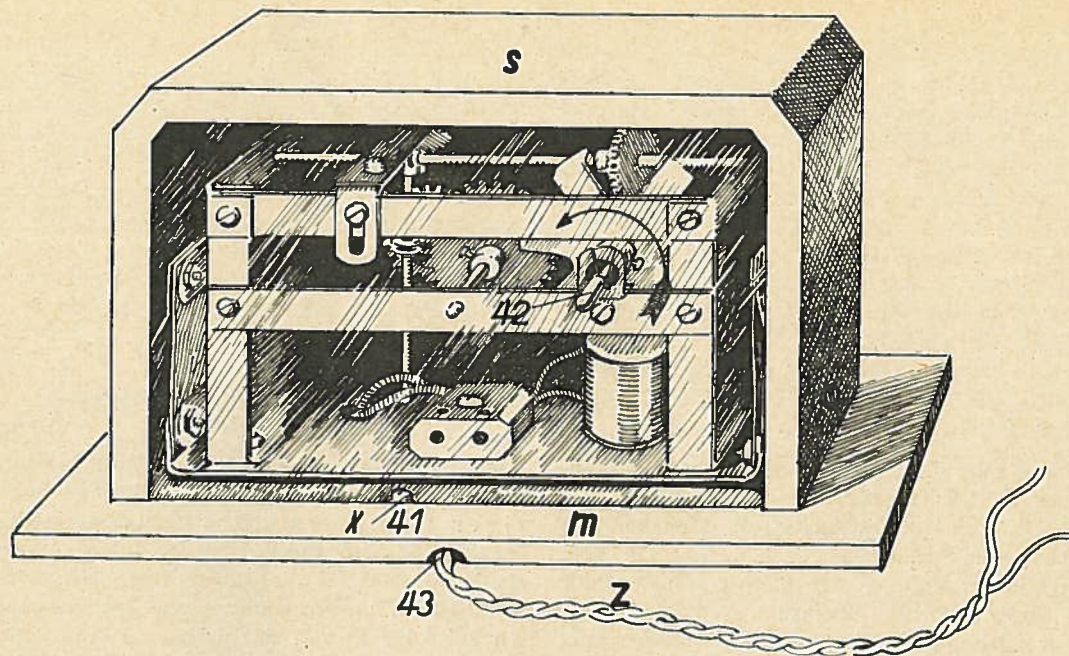


Abbildung 25

Die Abbildung 25 zeigt die anschlussfertige, betriebsfähige Synchronuhr von hinten gesehen. Wir sehen hier besonders das zum Anwerfen des Polrades dienende, ränderte Ende 42 der Polradwelle b aus dem Loch 42 der Zelluloidplatte herausragen. Wie der Pfeil andeutet, hat das Anwerfen im umgekehrten Uhrzeigersinne oder wie der Laie sagt „links herum“ zu erfolgen. Ferner zeigt die Abbildung die Schraube x — 41, durch die mittels der

(hier nicht sichtbaren) Kabelschelle x die Litze z unten an den Boden festgeklammt ist. Die Litze selbst tritt aus dem Loch 43 am Bodenrand heraus. Die freien Enden der Litze z werden nach der Wechselstromquelle geführt.

Als Wechselstromquelle zur Speisung der Electric-Synchronuhr ist jeder Transformator geeignet, sofern er die Entnahme einer Spannung von 3 bis 6 Volt gestattet.

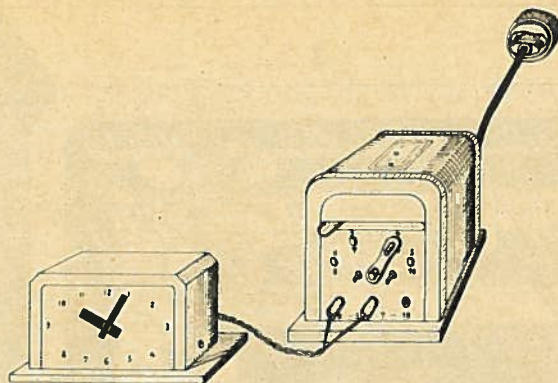


Abbildung 26

Abbildung 26 zeigt den Anschluß der fertigen Synchronuhr an einen Electric-Transformator (Bestellnummer 201 bzw. 202). Dieser gestattet bekanntlich die Entnahme von sechs verschiedenen Spannungen: 3, 4, 5, 7, 8, 10 Volt. Wie die Abbildung zeigt, ist der Electric-Transformator auf 4 Volt eingestellt. Sollte überhaupt noch kein Transformator zur Speisung der Synchronuhr vorhanden sein, so empfiehlt sich die Beschaffung des abgebildeten Electric-Transformators, zumal ja dieser vermöge seiner großen Leistung bis zu 10 Volt und 2 Ampères auch den (unter Umständen gleichzeitigen) Betrieb von Kleinbeleuchtung, Kleinmotoren, Klingelanlagen usw. gestattet. So kann er z. B. eine die Uhr beleuchtende kleine Lampe usw. mit speisen. Die in dem Electric-Transformator eingebaute Kurzschlußauslösung schützt ihn unter allen Umständen vor den nachteiligen Folgen eines etwaigen Kurzschlusses.

Falls wir mehrere Uhren gleichzeitig, z. B. im

Wohn- und im Schlafzimmer, betreiben wollen, können wir dies nach der Abbildung 26 mittels eines einzigen Transformators leicht bewerkstelligen. Wir benutzen gewissermaßen eine der beiden Uhren jeweils als Widerstand für die andere Uhr, d. h. wir schalten beide Uhren hintereinander. Den Transformator stellen wir auf 8 bis 10 Volt ein, ziehen von seiner Mittelbuchse einen Draht nach der ersten Uhr, von dieser einen Draht nach der zweiten Uhr und von hier einen Draht nach der rechten Buchse des Transformators, womit der aus dem Transformator, der Uhr 1 und der Uhr 2 bestehende Stromkreis geschlossen ist. Jede Uhr arbeitet unabhängig von der anderen, d. h. gleichviel, ob die andere Uhr läuft oder steht. Beide Uhren teilen sich in die gesamte vom Transformator abgegebene Spannung von 8 bis 10 Volt, so daß an jeder Uhr eine solche von 4 bis 5 Volt liegt.

Hier sehen wir den recht verbreiteten und bewährten Typ eines sogenannten Eisenbahn-Transformators. Die geringste abnehmbare Spannung beträgt 14 Volt. Diese ist jedoch für unsere Uhr viel zu hoch, weswegen wir zwischen den Transformator und die Uhr (von der die Abbildung nur die Spule und den Kern zeigt) einen Widerstand einschalten müssen. Als Widerstand verwenden wir vorteilhaft einige sogenannte Eisenbahnlampen von je 18 Volt, die wir in die auf ein Brett montierten Fassungen hineinschrauben. Diese Fassungen müssen untereinander parallelgeschaltet sein, was folgendermaßen geschieht:

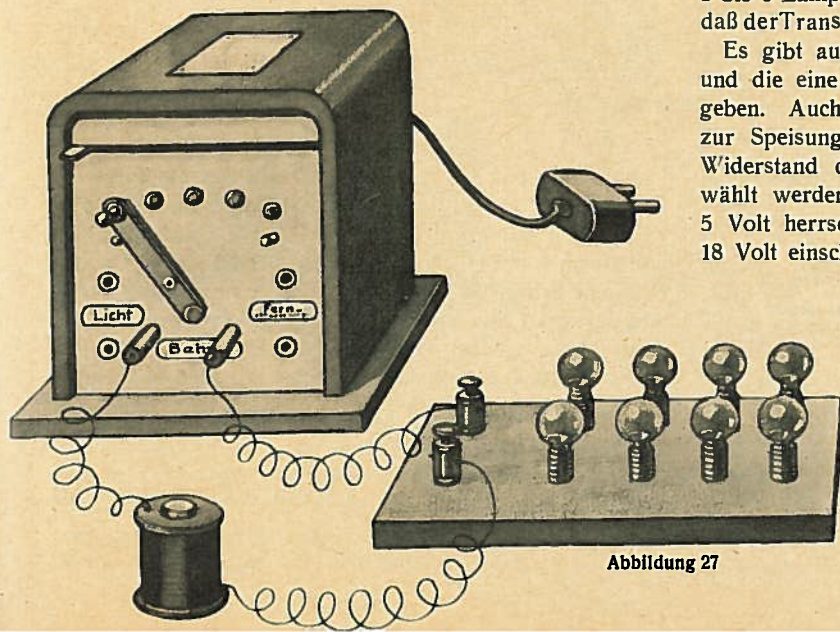


Abbildung 27

Jede der Fassungen besitzt 2 Klemmen. Die eine dieser Klemmen wird mit der vorderen Klemmschraube auf dem Brett der Abbildung durch einen Kupferdraht verbunden. Die andere Klemme der Fassung wird durch einen zweiten Kupferdraht mit der hinteren Klemmschraube auf dem Brett verbunden, so daß also von jeder Fassung ein Draht nach der vorderen Klemmschraube auf dem Brett, ein anderer Draht nach der hinteren führt. Je mehr Lampen wir einschalten, desto geringer wird der Widerstand des Lampenbrettes, desto größer die an der Spule liegende Spannung. Damit diese 5 Volt betrage, benötigen wir (wie durch Versuch und Messung festgestellt wurde) 5 bis 6 Lämpchen zu je 18 Volt, wobei vorausgesetzt wird, daß der Transformator selbst auf 14 Volt einreguliert wurde.

Es gibt auch Transformatoren, die nicht regelbar sind und die eine unveränderliche Spannung von 20 Volt abgeben. Auch einen solchen Transformator können wir zur Speisung der Uhr heranziehen, nur muß hier der Widerstand des Lampenbrettes entsprechend größer gewählt werden. Damit an der Spule eine Spannung von 5 Volt herrsche, dürfen wir nur 3 bis 4 Lampen zu je 18 Volt einschalten.

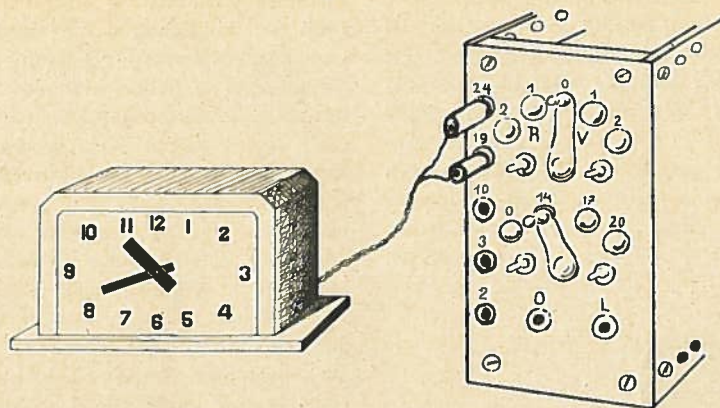


Abbildung 28

Diese Abbildung zeigt die Electric-Synchron-Uhr in Verbindung mit dem Electric-Trafo-Motor als Wechselstromquelle (Bestell-Nr. 101—106). Die Litze der Uhr ist über 2 Stecker in die Buchsen 19 und 24 geführt, womit an der Spule der Uhr eine Spannung von 5 Volt liegt; denn 24 minus 19 ist 5. Auch hier gestattet uns die große Leistung des Electric-Trafo-Motors vorteilhaft den gleichzeitigen Betrieb z. B. einer oder mehrerer Lampen, die wir mit den Buchsen 3 und 0 verbinden können, wodurch wir an sie eine Spannung von 3 Volt legen. Auch den in diesen Apparat eingebauten Elektromotor können wir in Betrieb setzen, ohne daß dieser und die Uhr sich gegenseitig behindern.

Auch hier und für Abbildung 27 gilt das am Ende der Beschreibung zu Abbildung 26 Gesagte über den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Electric-Synchron-Uhren von einem einzigen Transformator aus. Da jede Uhr eine Spannung von etwa 5 Volt erfordert und der in Abbildung 27 gezeigte Eisenbahntransformator oder der Trafo-Motor gemäß Abbildung 28 eine Spannung von 20 Volt abzunehmen gestatten, können wir hier 4 Synchron-Uhren hintereinanderschalten. An jeder liegt dann eine Spannung von 5 Volt; denn:

$$\frac{20 \text{ (Volt Gesamtspannung)}}{4 \text{ (Uhren)}} = 5 \text{ (Volt Teilspannung je Uhr)}$$

Die Abbildung 29 zeigt den Betrieb der Electric-Synchron-Uhr mittels eines gewöhnlichen Klingeltransformators. Die aus der Uhr herausgeführte Litze ist mit den Klemmen 3 und 8 (an der Schwachstromseite) des Klingeltransformators verbunden, so daß an der Spule eine Spannung von $8 - 3 = 5$ Volt liegt. Der Klingeltransformator wird zweckmäßig in die Nähe des Standortes der Uhr an die Wand gehängt. Er kann auch hinter die Uhr auf den Schrank, Kamin usw. gelegt werden.

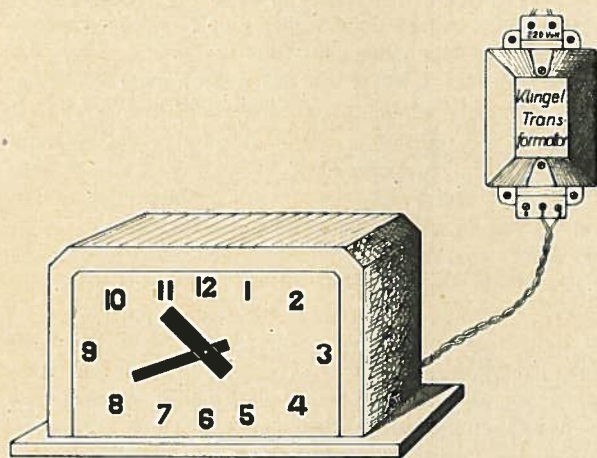


Abbildung 29

In vielen Wohnungen befindet sich bereits ein Klingeltransformator zum Speisen der Wohnungs- oder Hausglocke. Es wird nun oft die Frage auftauchen, ob ein solcher auch zur Speisung der Electric-Synchronos-Uhr herangezogen werden kann. Hierzu ist zu sagen, daß dies sehr wohl möglich ist. Es muß natürlich eine Leitung

von diesem oft an entlegener Stelle angebrachten Transformator nach dem Wohnzimmer bis zur Uhr gelegt werden. Hierfür genügt — da es sich um Schwachstrom handelt — der sehr billige gewachste sogenannte Klingeldraht. Diese Leitung wird am Transformator an die zwei Klemmen, zwischen denen eine Spannung von etwa 5 Volt herrscht, angeschlossen. Uhr und Hausglocke behindern sich hierbei nicht, sofern nicht gerade die Glocke eine sehr altmodische mit einem besonders großen Strombedarf ist. Es wird also in der Regel die Uhr ruhig weiterlaufen, auch wenn einmal anhaltend geläutet werden sollte.

Falls die Leitung vom Klingeltransformator zur Uhr besonders lang ist, ist es möglich, daß ihr Widerstand einen derartigen Wert erreicht, daß an der Spule der Uhr keine genügende Spannung mehr liegt. Dann ist die Leitung mit den 8-Volt-Klemmen des Klingeltransformators zu verbinden. In solchen Fällen ist es jedoch zweckmäßiger und billiger, für den Betrieb der Uhr kurzerhand einen besonderen Transformator zu verwenden.

Es sei hier erwähnt, daß wir getreu dem in der Technik allgemein angewendeten Grundsatz, mit einem Minimum an Mitteln ein Maximum an Wirkung zu erreichen, auch hier bestrebt sein müssen, die Uhr mit einer möglichst kleinen Spannung zu betreiben. Als geringstmögliche Spannung wurde durch Versuche eine solche von 3 Volt gefunden. Hierbei fließt in dem aus der Uhr und dem Transformator gebildeten Stromkreise ein Strom von 0,34 Ampères. Das Produkt aus diesen beiden Größen beträgt nur etwa 1 Voltampère, stellt also einen außerordentlich geringen Wert dar. Wir werden zwar zunächst die Uhr mit der höheren Spannung von 5 bis 6 Volt betreiben, dann jedoch, wenn wir das Anwerfen beherrschen und gesehen haben, daß

alle Teile den geforderten spielend leichten Lauf haben, versuchen, die Uhr mit 4 oder ja nur 3 Volt zu betreiben. Bedingung für das Gelingen ist nur, daß das Netz frei von größeren Spannungsschwankungen sei, was wir indessen bei genügender Entfernung von größeren Elektrizitätsverbraachern, insbesondere von Fabriken, stets annehmen können.

Entsprechend deren Eigenart können selbst große Temperaturschwankungen den genauen Gang der Electric-Synchron-Uhr nicht im geringsten stören. Die Uhr kann daher ebensogut in einem kalten Zimmer aufgestellt werden, wie sie auch auf einem Kamin oder dem Sims eines geheizten Kachelofens Platz finden kann.

Winke für den Einbau des Electric-Synchronwerkes in ein vorhandenes Gehäuse

In vielen Familien finden sich alte Uhren aller Art, deren Werke schon seit langem nicht mehr gehen und wobei nur ihr wertvolles oder altertümliches Gehäuse sie vor dem Entferntwerden bewahrt. Oft wird der Wunsch auftauchen, das veraltete oder nicht mehr reparierbare Werk durch ein neues zu ersetzen. In unserem Synchronuhrenwerk haben wir nun den geeigneten und gleichzeitig modernsten Ersatz! Da unsere modernen Zeiger und das Zifferblatt zu dem alten Gehäuse nicht passen, verzichten wir auf ihre Verwendung. Auch von der Benutzung des Gehäuses und der Zelluloidplatte müssen wir absehen. Die Zeiger der alten Uhr müssen unter Umständen etwas aufgebohrt werden, damit sie auf die Zeigerwelle unseres Synchronuhrenwerkes passen.

Je nach der Art der alten Uhr können wir das Synchronwerk nach Abbildung 20 einhängen. Die beiden Gummipplatten G und H werden unter Benutzung der Löcher 36 bis 39 innen an die Wände des alten Gehäuses angeschraubt. Erweisen sich die Gummipplatten hierfür zu kurz, so können sie durch weitere Stücke aus Gummi, Stoff, Leder usw. entsprechend verlängert werden. Wir können auf die Aufhängung verzichten und das Werk nach Abbildung 20 innen auf den Boden des alten Gehäuses stellen. Steht es zu niedrig, so legen wir ein Holzklotzchen, gegebenenfalls auch eine Filz- oder Gummipplatte zur Schalldämpfung unter das Werk.

Ist das Gehäuse, in das wir das Synchronwerk einbauen wollen, genügend groß, so können wir auch das Werk nach Abbildung 21 einsetzen, also mitsamt dem äußeren Boden m. Das Synchronwerk kann festgeschraubt oder festgeklemt werden, es genügt auch unter Umständen, wenn es nur in das Gehäuse hineingestellt wird.

Bei der Vielfältigkeit der Dimensionen und Proportionen der mit dem Synchronwerk zu versehenen Uhrgehäuse können wir natürlich nur ganz allgemeine Ratschläge für den Einbau geben, während wir es im übrigen jedem einzelnen überlassen müssen, mit den vorhandenen Hilfsmitteln das Richtige zu tun. Lochschienen, Winkel usw. aus den Electric-Baukästen werden hier unter Umständen wesentliche Dienste leisten.

Eine weitere Anregung sei gegeben: Wer mit der Laubsäge, dem Schnitzmesser usw. umzugehen versteht, kann für das Synchronwerk ein beliebiges Gehäuse, z. B. für eine Wanduhr usw. selbst arbeiten, wobei für die Verbindung der einzelnen Teile wiederum die Verwendung einzelner Bauelemente aus einem Electricbaukasten zweckmäßig sein wird.

folgt
agert
so ist
nftig
mit

allerdings wie Spezialkarosseriers nun
wie vor die merkwürdigsten Seiten-
sprünge.

Das Maschinenzeitalter

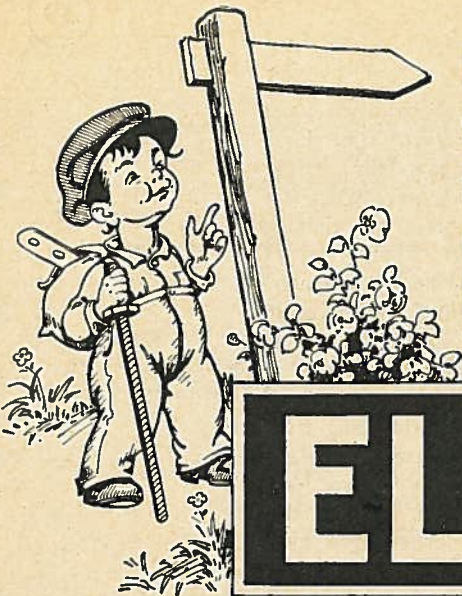
Ein Herr in St. Louis, Missouri, schenkte seiner
Gattin zum Geburtstag eine elektrische Uhr, ein
vielbewundertes Prachtstück in eleganter Ausfüh-
rung, das man einfach an die Lichtleitung an-
schließen konnte. Nur eines klappte nicht: Die Uhr
ging täglich eine halbe Stunde nach. Sie
wurde an die Uhrenfirma zurückgesandt, aufs ge-
naueste untersucht. Die Uhr war in Ordnung,
Einwandfrei. Man sandte sie an das Elektrizitäts-
werk. Dessen Ingenieure nahmen sie gründlich vor
und auseinander, überprüften noch einmal jede Ein-
zelheit. Die Uhr war in Ordnung. Einwandfrei.
So kam sie zurück, und die Dame des Hauses
schwor sich, sie würde die Uhr so lange haarscharf
beobachten, bis sie der Sache auf den Grund ge-
kommen wäre. Da wurde denn das Geheimnis
entdeckt.

Jeden Morgen um halb zehn schleppte das
Kegerdienstmädchen den Staubsauger herbei,
zog den Uhrenkontakt aus dem Wandstecker heraus,
stöpselte den Staubsauger ein und bearbeitete gründ-
lich und voll Stolz auf die Errungenschaften der
Technik sämtliche Teppiche und Möbel. Danach
durfte die Uhr ihren gewöhnlichen Lauf wieder
aufnehmen . . .

sch.

So darf es natürlich nicht
gemacht werden! Die Elec-
tric-Synchronos-Uhr erfüllt
ihren Zweck nur, wenn sie
jahraus, jahrein die richtige
Zeit anzeigt. Hierbei ist es
nötig, daß sie ohne Unter-
brechung unter Strom steht.
Daher ist auch gegen eine

unbeabsichtigte
Stromunterbrechung Vorsorge
zu treffen. Zweckmäßig wäh-
len wir zum Anschließen des
Transformators an das Netz
eine Steckdose, die für den
Anschluß der übrigen elek-
trischen Handapparate usw.
dann nicht benutzt wird.
Sollte eine solche nicht vor-
handen sein, so empfiehlt sich
ein Festbinden des Steckers
an die Steckdose, wodurch
wir dessen unbeabsichtigtes
Herausziehen verhindern.



Dies Büchlein weist den Weg
vom einfachen Stabmagneten
zu den Maschinen
und Apparaten der
Elektrotechnik.

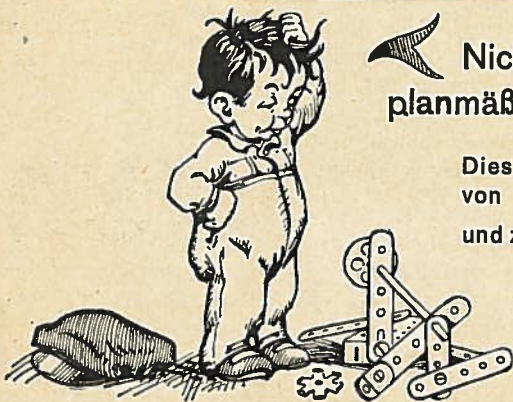
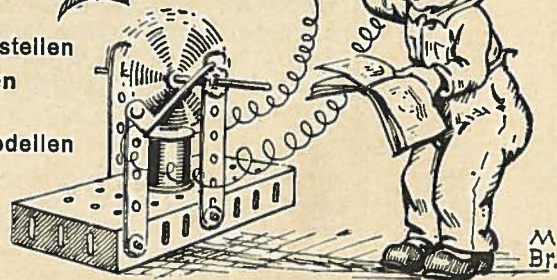
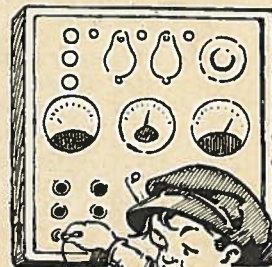


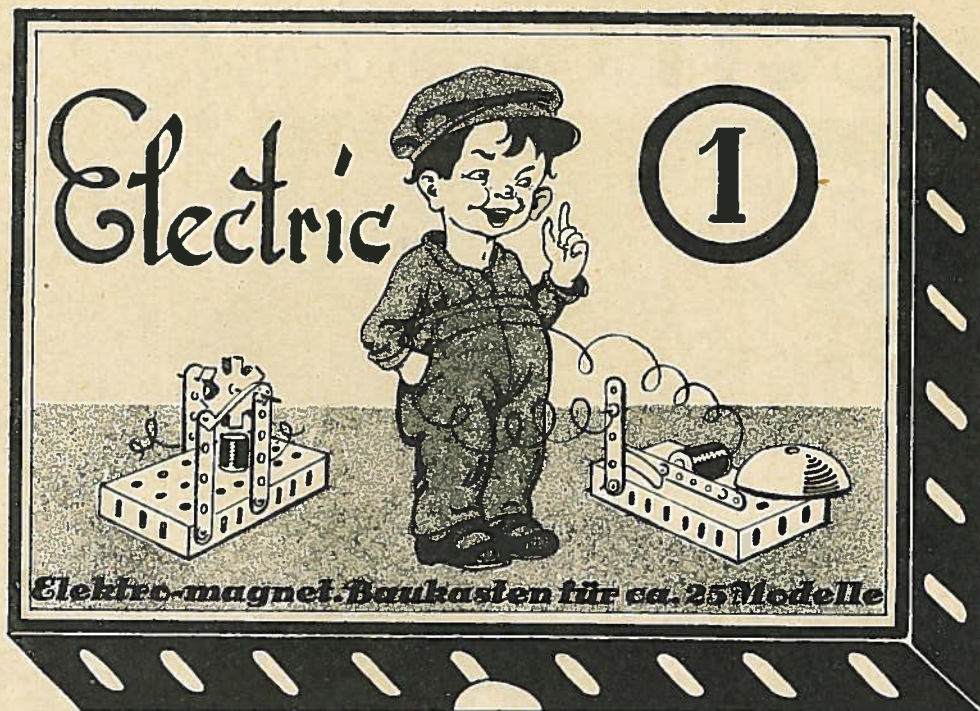
ELECTRIC

Nicht sinnloses Basteln, sondern
planmäßige Versuche führen zum Ziel

Dies Büchlein gibt die Anleitung zum Anstellen von
60 elektrischen Versuchen
und zum Bau von
40 elektr. beweglichen Modellen
mit dem

Electric-Baukasten





Electric 1

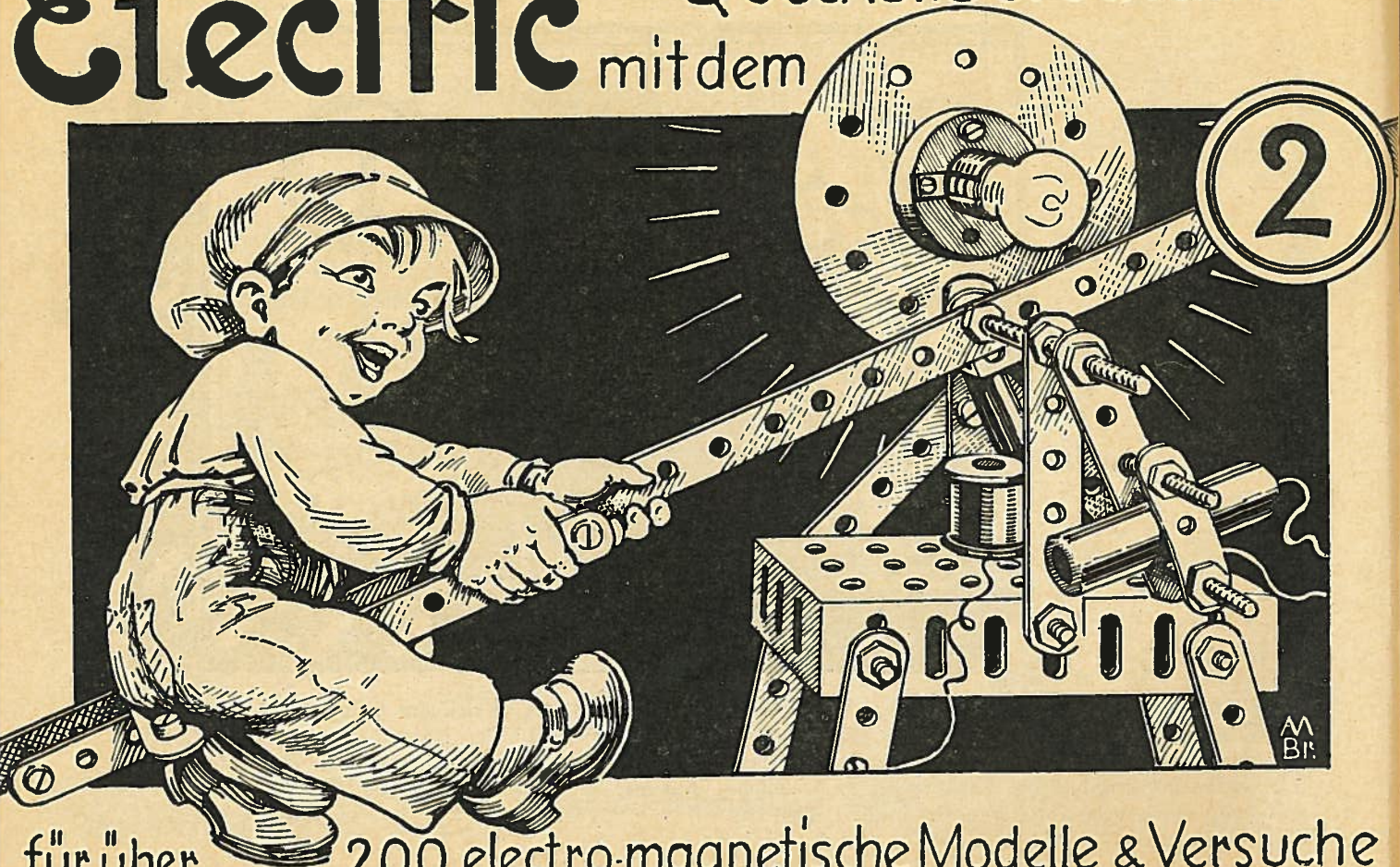
der elektromagnetische Baukasten für 100 elektrische Modelle und Versuche ist der Wunsch eines jeden Jungen! Er gestattet den Bau von 40 elektrisch arbeitenden Modellen. — Das Bauanleitungsbuch (80 Seiten stark, 133 Abbildungen) führt durch mehr als 60 Versuche in die Gebiete des

Magnetismus, des elektrischen Stromes und des Elektromagnetismus ein. Der Kasten ist dreifarbig bedruckt. Maße des Kastens $185 \times 125 \times 25$ mm. Bestellnummer des Kastens: Nr. 1; Bestellnummer des Buches: Nr. 1 B.

Electric

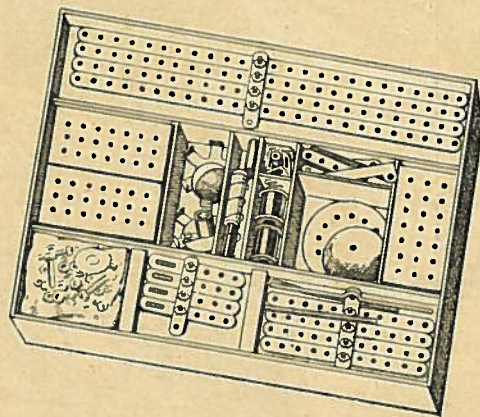
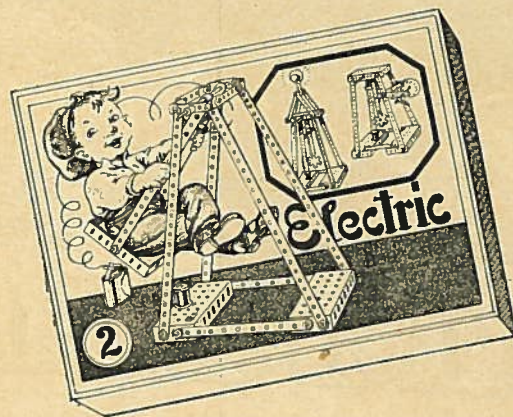
Quecksilberschalter

mit dem



für über

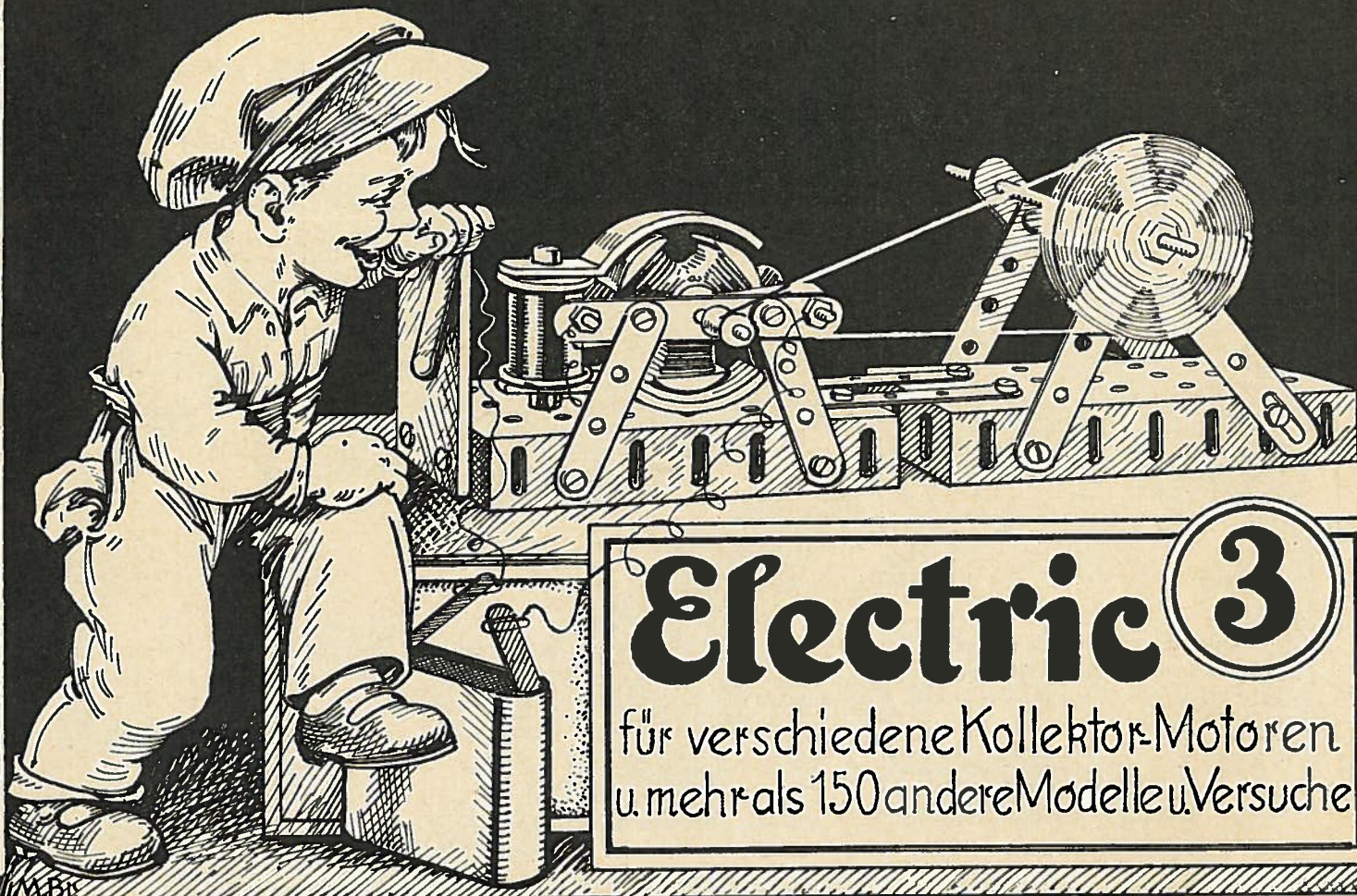
200 electro-magnetische Modelle & Versuche



Electric 2

der elektromagnetische Baukasten für über 200 elektrische Modelle und Versuche enthält als wichtigsten Teil den in einer starken Messinghülle bruch sicher eingekapselten und vergossenen Quecksilberschalter. Der Kasten

enthält in 12 Fächern 134 Teile und ist mit farbigem Glanzpapier bezogen, die Etikette ist vierfarbig bedruckt. Kartonmaße $335 \times 250 \times 35$ mm. Bestellnummer: Nr. 2, einschl. Bauanleitungsbuch (200 Abbildungen, 136 Seiten).



Electric 3

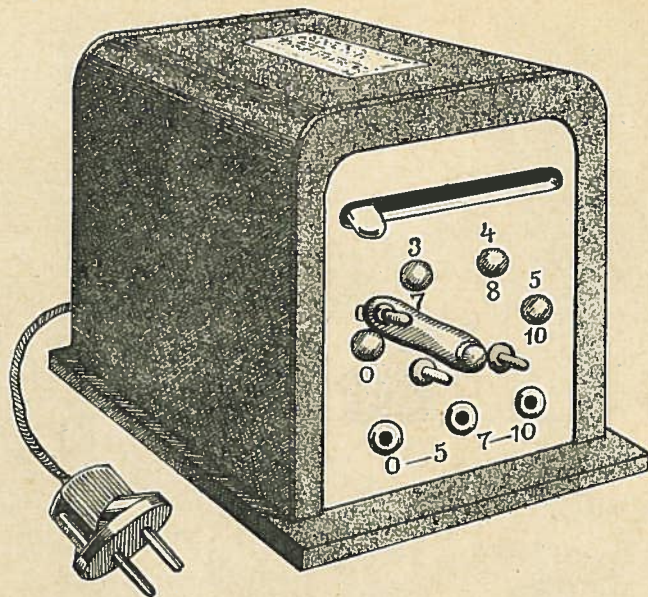
für verschiedene Kollektor-Motoren
u. mehr als 150 andere Modelle u. Versuche

Der Electric-Transformator

mit Kurzschlußauslösung

ist eine ideale Stromquelle für jedes elektrische Spielzeug

Er gibt schwachstromseitig 6 verschiedene Spannungen ab: 3, 4, 5, 7, 8, 10 Volt. Er liefert eine reichliche Stromstärke, nämlich 2 Amp. bei 10 Volt, so daß sich eine Leistung von 20 Watt ergibt. Die verhältnismäßig hohe Stromstärke gestattet den Betrieb sämtlicher elektrischer Spielzeuge, so z. B. Schwachstrommotore, sämtliche aus den Electric-Baukästen hergestellte Apparate und Maschinen, Puppenstuben- und andere kleine Beleuchtungsanlagen, Klingelanlagen usw. Diese Electric-Transformatoren werden starkstromseitig für 110 — 125 bzw. 220 — 250 Volt Wechselstrom geliefert. Im Falle eines sekundärseitigen Kurzschlusses, der beim Spielen bekanntlich recht häufig vorkommt, ertönt in dem Apparat ein leises Knacken, das Zeichen dafür, daß der Transformator starkstromseitig vom Netz abgeschaltet und somit völlig stromlos gemacht worden ist. Die Wiedereinschaltung des Transformators erfolgt dadurch, daß der kleine, oben aus dem Schlitz herausragende, Vulkanüberhebel nach rechts geführt und dann losgelassen wird. Eine mit ihm verbundene Feder bewirkt, daß er in die Stellung gemäß der Abbildung zurückschnappt. Sollte dagegen der sekundärseitige Kurzschluß noch vorhanden



sein, so spricht wiederum im Apparat die Kurzschluß-Auslösung an und der Transformator wird wiederum stromlos. Ein Blockieren dieser Überstromvorrichtung ist, auch bei Unachtsamkeit, ja selbst bei bösem Willen, völlig ausgeschlossen, so daß dieser Transformator eine ideale Stromquelle in den Händen des kleinen Ingenieurs darstellt, weil er niemals durchbrennen kann, sondern auf jeden Kurzschluß mit sofortigem Ausschalten reagiert.

Der Electric-Trafo-Motor ist ein Universalgerät

Als Elektromotor mit Vor- und Rückwärtsgang und zwei Geschwindigkeiten (oberer Hebel) treibt er — gegebenenfalls über ein Getriebe — alle nur denkbaren Maschinenmodelle an. Als Transformator speist er alles elektrische Spielzeug mit Schwachstrom, z. B. Puppenstubenbeleuchtung, Klingelanlagen, sämtliche Modelle der Electric-Baukästen bis zur vollständigen elektrischen Eisenbahnanlage einschließlich magnetische Weichen, Signale, Bahnofsbeleuchtung usw. Er gibt 15 verschiedene Spannungen von 1 bis 24 Volt ab. Er besitzt Universallochung, so daß er mit allen Baukastenteilen zusammengebaut werden kann, und ist radiostörungsfrei.

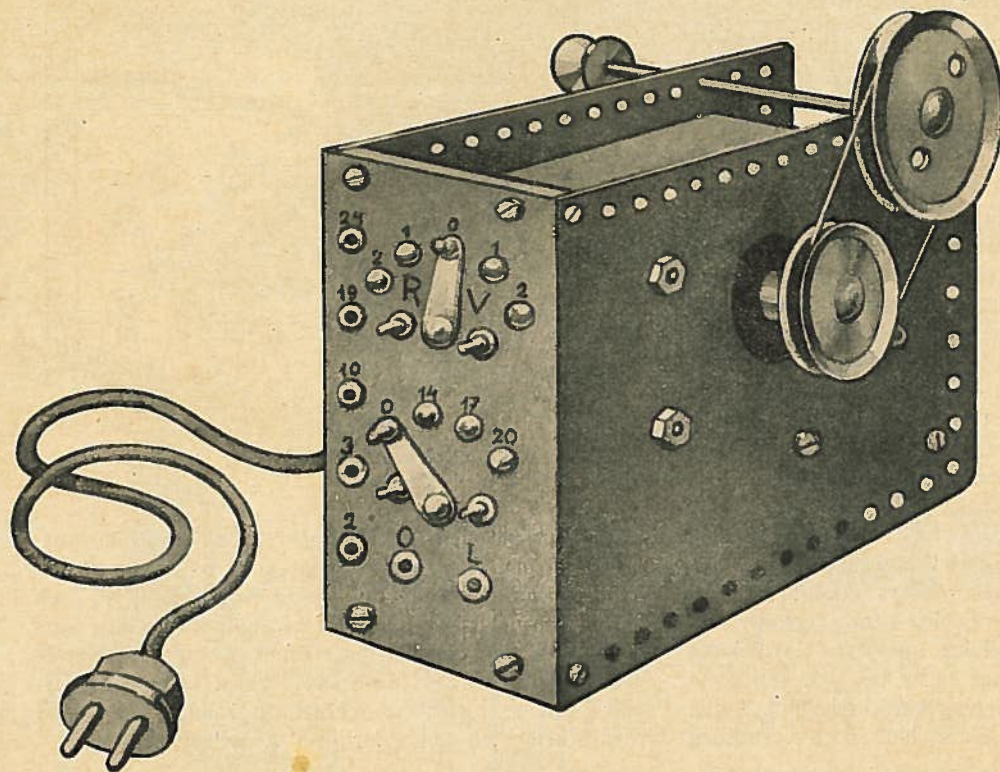
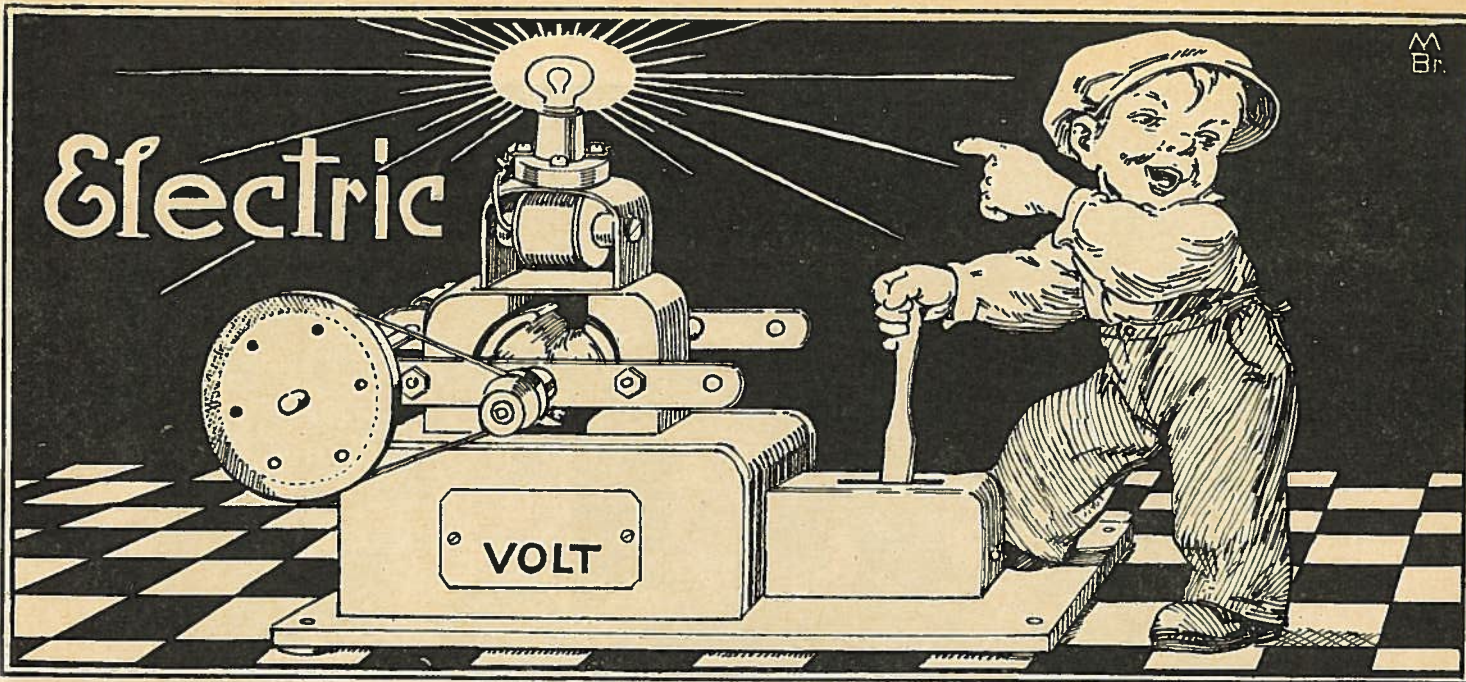


Abbildung 196



Der Electric-Kurzschlußanker-Starkstrommotor mit der Induktionslampe (Leistung etwa 40 Watt)

mit Vor- und Rückwärtsgang kann direkt an jedes Wechselstromnetz angeschlossen werden. Er wird anschlussfertig geliefert mit Litze und Stecker, Käfiganker, Schalter, Staufferfetfbuchsen, Gummifüßen, Stufenscheibe und Vorgelege. Die beiden Starkstromspulen sind nebst ihren Anschlüssen VDE-mäßig eingekapselt, die blanken Teile führen nur eine Kleinspannung von weniger als einem Volt. Es gibt hier weder Kollektor noch Bürsten,

daher auch keine Funken, keine Radiostörung, keinen Verschleiß. — Maße des Geschenkkartons: $220 \times 105 \times 110$ mm, Maße des Motors: $210 \times 95 \times 100$ mm. — Nettogewicht 1950 g, Reinnettogewicht des Motors 1750 g. — Drehzahl: an der Rotorwelle etwa 2600, an der Vorgelegewelle 200, 400, 700, 1000 usw. — Bestell-Nr. für 110—125 Volt Nr. 401, für 220—250 Volt Nr. 402. Mit Induktionslampe Bestell-Nr. für 110—125 Volt Nr. 403, für 220—250 Volt Nr. 404.

