

Dies ist ein Auszug aus einem Fachbuch,  
welches Sie hier erwerben können:  
[www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

Franz Schmidlin  
Elektrische und elektronische Armbanduhren

© [www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

**Hinweis des Verlages**

Die Vita des Autors Franz Schmidlin finden Sie auf Seite 294.

Die Seiten 200 und 201, die aus markenrechtlichen Gründen im Original fehlen, haben wir aus produktions-technischen Gründen als Leerseiten eingefügt.

**Haftungsausschluss**

*Die in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden von dem Autor nach bestem Wissen erstellt und von ihm und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind, wie wir im Sinne des Produkthaftungsrechts betonen müssen, inhaltliche Fehler nicht mit letzter Gewissheit auszuschließen. Daher erfolgen die Angaben ohne jede Verpflichtung oder Garantie des Autors bzw. des Verlages. Beide übernehmen keinerlei Verantwortung bzw. Haftung für mögliche Unstimmigkeiten. (Normen- und Technologiestand ist 1969)*

Reprint der gleichnamigen Ausgabe der Edition Scriptor S. A., Lausanne (Schweiz 1970) mit freundlicher Genehmigung der Kinder des Autors.

Hrsg. Michael Stern  
Verlag Historische Uhrenbücher  
Florian Stern, Berlin 2021  
[www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)  
[service@uhrenliteratur.de](mailto:service@uhrenliteratur.de)

Digitalisierung: M. Stern  
Druck: Deutschland

ISBN 978-3-939315-38-4

Dies ist ein Auszug aus einem Fachbuch,  
welches Sie hier erwerben können:  
[www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

**Franz Schmidlin**

Fachlehrer an der Uhrmacherschule Solothurn

# Elektrische und elektronische Armbanduhren

© [www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

Reprint



Berlin 2021

# Inhaltsverzeichnis

## Zur Beachtung

Der Uhrmacher wird in vielen Fällen elektrische und elektronische Uhren zur Reparatur erhalten, deren Marke nicht in vorliegendem Inhaltsverzeichnis aufgeführt ist. Um die entsprechende Werkbeschreibung zu finden, muss unterschieden werden zwischen

- a) Kalibern, die von Manufakturen hergestellt und unter ihrer Marke im Handel sind. In diesem Falle figuriert das Kaliber unter der entsprechenden Marke, z. B. Bulova Accutron;
- b) Kalibern, die von Rohwerkfabriken geschaffen und an verschiedene Fabrikanten verkauft werden, von denen jeder das gleiche Werk unter seiner eigenen Marke in den Handel bringt. Zu dieser Kategorie gehören u. a. die Kaliber Landeron, Dynotron, Beta 21. In diesem Falle ist es notwendig, das Gehäuse zu öffnen, um anhand der Werkabbildungen festzustellen, um welches Fabrikat respektive Kaliber es sich handelt.
- c) Es kann auch vorkommen, dass Manufakturen aus Gründen der Rationalisierung und um Forschungskosten zu ersparen, Werke von Rohwerkfabriken beziehen und unter ihrer Manufaktur-Marke verkaufen. Findet der Leser ein solches Kaliber unter den erwähnten Marken-Kalibern nicht, dann sucht er unter den mit einem Stern bezeichneten, verschiedenen Rohwerk-Kalibern (Landeron, Dynotron, Mosaba, Beta 21).

	Seite
<b>Vorwort des Verfassers</b> . . . . .	<b>VI</b>
<b>Allgemeines</b> . . . . .	<b>VIII</b>
<b>I. Elektromechanische Systeme</b> . . . . .	<b>1</b>
LIP-electric Kal. R 27 . . . . .	3
LIP-electric Kal. R 148/184 . . . . .	8
LIP-electric Kal. 7 3/4 Damenuhr . . . . .	17
ELGIN-electric Kal. 725 . . . . .	22
LANDERON Kal. 4750/51 (Ebauches S.A.)* . . . . .	28
<b>II. Elektrodynamische Systeme</b> . . . . .	<b>49</b>
Die Unruhmotoren mit elektrodynamischem Antrieb . . . . .	51
Hamilton-electric Kal. 500/501 . . . . .	54
Hamilton-electric Kal. 505 . . . . .	71
Epperlein-electric Kal. 100 . . . . .	75
UMF-electric Kal. 25 . . . . .	77
LACO-TIMEX-electric Kal. 861 . . . . .	80
TIMEX-electric Kal. 870/871 und 888/881 . . . . .	87
TIMEX-LADY-electric Kal. 900 . . . . .	96
TIMEX-electric Kal. 40/41 . . . . .	271
PORTA-elechron Kal. 1000/1001 . . . . .	100
LONGINES Conquest-electric . . . . .	112

\* = Kaliber, die unter verschiedenen Marken verkauft werden.

<b>III. Transistorisierte Unruhssysteme</b> . . . . .		<b>115</b>
Etwas Halbleiterphysik . . . . .		117
Anwendung des Transistors . . . . .		118
JUNGHANS-electronic Kal. 600 . . . . .		122
DYNOTRON ESA Kal. 9150* . . . . .		127
TIMEX-electronic M 87 (Kal. 882) . . . . .		278
CARAVELLE Kal. 12 OTC (BULOVA) . . . . .		284
<b>IV. Stimmgabelschwinger (Biegeschwinger)</b> . . . . .		<b>141</b>
Allgemeines . . . . .		143
BULOVA-Accutron Kal. 214/214 H . . . . .		145
BULOVA-Accutron Kal. 218/218 D . . . . .		169
UNISONIC von Universal Genf . . . . .		199
JECO, japanische Stimmgabeluhr von Jeco Ltd. Tokyo . . . . .		202
MOSABA von Ebauches S.A. Neuenburg* . . . . .		203
<b>V. Quarz-Armbanduhren</b> . . . . .		<b>217</b>
Der Schwingquarz als Frequenzeinheit in elektronischen Quarzarmbanduhren . . . . .		219
BETA 1, BETA 2, BETA 21, die Quarzarmbanduhr des CEH* . . . . .		221
LONGINES-Ultra-Quartz . . . . .		235
GIRARD-PERREGAUX Electron . . . . .		240
HAMILTON Pulsar . . . . .		291
<b>VI. Anhang</b> . . . . .		<b>241</b>
Messen und Prüfen . . . . .		243
Das Messgerät ELECTROTEST U . . . . .		245
Die Transistoren . . . . .		246
Integrierte Schaltungen . . . . .		261
Mikroelektronik und die Primärzelle . . . . .		263
<b>VII. Nachtrag</b> . . . . .		<b>269</b>
TIMEX Electric M 40/41 . . . . .		271
TIMEX Electronic M 87 (Kal. 882) . . . . .		278
CARAVELLE Kal. 12 OTC (BULOVA) . . . . .		284
HAMILTON Pulsar . . . . .		291
<b>Quellenregister</b> . . . . .		<b>293</b>
<b>Liste der Inserenten</b> . . . . .		<b>313</b>
<b>Inserate</b> . . . . .		<b>294</b>

© www.uhrenliteratur.de

\* = Kaliber, die unter verschiedenen Marken verkauft werden.

Aus markenrechtlichen Gründen mussten wir im Laufe der Fabrikation des vorliegenden Buches die Seiten 200 und 201 unterdrücken. Der Leser beachtet daher, dass wir von Seite 199 auf Seite 202 springen. Es handelt sich also nicht um ein fehlendes Blatt, denn die Numerierung der folgenden Seiten konnte nicht mehr abgeändert werden.

# Vorwort des Verfassers

Schon gegen das Ende des 19. Jahrhunderts wurde mit den damals bekannten Mitteln der Elektrizität versucht, elektrische Uhren zu konstruieren. Dabei ergaben sich teilweise sehr interessante Konstruktionen, die sich bis heute bewährt haben. Doch viele Versuche und Patente sind wieder von der Bildfläche verschwunden und sind zum Teil nur noch dem Spezialisten bekannt. Diese elektrischen Uhren sind zuerst als Wand- und Tischuhren, später auch verkleinert und verfeinert in Form von Penduletten und Autouhren auf dem Markt erschienen. Gegeben durch die Grösse der Stromquellen und die Beschaffenheit der verwendeten Mittel besaßen diese Uhren aber immer noch ein bestimmtes Volumen.

Das Bestreben, den elektrischen Strom auch bei Taschenuhren oder sogar Armbanduhr nutzbringend zu verwenden, besteht schon seit ziemlich langer Zeit, gibt es doch in der Patentliteratur viele Hinweise in dieser Richtung. Doch mussten alle diese Versuche so lange scheitern, bis die Technik diejenigen Mittel entwickelt hatte, die heute in elektrischen und elektronischen Kleinhuhren Verwendung finden. Auf einige dieser Mittel sei im folgenden näher eingetreten:

## 1. Die Kraftquelle:

In der klassischen mechanischen Uhr wird die Kraft zu deren Antrieb durch die gespannte Uhrfeder geliefert. Bekanntlich muss aber diese Kraft stets durch Aufziehen der Feder wieder beigebracht werden, sei es durch Aufziehen von Hand oder aber in modernen Armbanduhr durch den automatischen Aufzug. Im elektrischen Uhrwerk wird die Federkraft durch eine Batterie ersetzt. Diese – übrigens sehr kleine – Batterie soll aber über so viel Energie verfügen, dass sie dieses Uhrwerk während möglichst langer Zeit mit Antriebskraft versehen kann, im Mittel heute mindestens ein Jahr.

Solche Batterien waren früher unbekannt, und erst die Technik der neuen Zeit hat uns solche Kraftquellen zur Verfügung gestellt. Diese kleinen Batterien haben aber noch andere Voraussetzungen zu erfüllen, die in einem separaten Kapitel dieses Buches beschrieben werden.

## 2. Die permanenten Magnete:

Vergleicht man das magnetische Anzugs- und Haltevermögen heutiger Qualitätsmagnete mit frühern gewöhnlichen legierten Stahlmagneten, so ist ein sehr grosser Fortschritt festzustellen. Dank intensiver Forschungstätigkeit kennt man heute (z.T. sehr teure) Legierungen, aus denen winzige Magnete hergestellt werden können, die ein mehrfaches ihres Eigengewichtes zu halten vermögen. Diese Magnete werden in den Uhrensystemen für den Antrieb der Schwinger sowie zur magnetischen Fixierung der mechanischen Schaltteile verwendet.

## 3. Kupferdraht von sehr kleinem Durchmesser:

In den heutigen elektrischen Kleinhuhren werden Kupferdrähte verwendet, die zum Teil bis fünf mal dünner als ein Menschenhaar sind.

Die Dicke dieser Drähte bewegt sich zwischen 0,0125 bis 0,03 Millimetern samt der Isolationslackierung. Auch diese dünnen Drähte sind ein Produkt der neuern Zeit und standen früher nicht zur Verfügung. Nicht vergessen darf man in diesem Zusammenhang auch die dazugehörigen Wickelmaschinen, welche diese Spulen bis zu 8000 Windungen wickeln, ohne dass der dünne Draht reisst!

## 4. Hochpermeabile Eisenbleche:

Für Systeme, die mit Elektromagneten arbeiten, sind hochpermeabile Eisenbleche erforderlich. Diese Bleche müssen also für den durch die Spulen erzeugten Elektromagnetismus sehr «durchlässig» sein, dürfen aber andererseits praktisch keinen Restmagnetismus (Remanenz) aufweisen, wenn der Strom unterbrochen wird, da sonst ein unerwünschter Einfluss auf den Schwinger entstehen würde (Bremsung der Uhr).

## 5. Uhrensysteme, die sehr wenig Strom verbrauchen:

Da sich die zur Verfügung stehenden Kraftquellen-Kapazitäten im Milli- und Mikroampèrebereich befinden, mussten Antriebssysteme erfunden und konstruiert werden, die bei minimalstem Energieverbrauch arbeiten, so dass die Kraftquelle nicht vorzeitig erschöpft wird.

Damit seien am Rande einige der wichtigsten Voraussetzungen genannt, unter denen es gelungen ist, elektrische Kleinsysteme in der Grösse von Armbanduhr zu konstruieren.

Durch Beiziehung elektronischer Elemente wie des Transistors, der nebenbei bemerkt erst im Jahre 1948 erfunden wurde und der sich immer noch in starker Entwicklung befindet, ist es gelungen, auch elektronische Uhrensysteme zu bauen. Dabei ersetzt der Transistor den vielfach störanfälligen mechanischen Kleinkontakt, so dass das transistorisierte System völlig kontaktlos arbeitet.

Es taucht vielfach die Frage auf: Warum eigentlich elektrische oder elektronische Armbanduhr, wo doch heute die automatisch aufgezoogene Armbanduhr einen so grossen Qualitätsstandard erreicht hat? Damit fällt doch auch das

angeblich so lästige Auswechseln der Batterie weg!

Dazu ist unter anderem zu sagen, dass auch die elektrischen Uhren ihre grossen Vorteile haben. Bei der klassischen mechanischen Uhr wird immer noch mit einer Feder als Antriebskraft gearbeitet. Diese Federkraft überträgt sich über alle Zwischenräder bis zur Hemmung. Es stehen also sämtliche Lager und Eingriffe unter Druck. Lagerdruck aber heisst Bremsung und Abnutzung und wie die Praxis zeigt, ist weder das Lagerproblem noch das Schmierproblem gelöst, auch wenn beide einen hohen Stand der Entwicklung erreicht haben.

Beim elektrischen Antrieb, der ja bei diesen Uhren direkt auf die Unruh (Schwinger) erfolgt und von da über eine Schaltvorrichtung auf das Räderwerk gelangt, stehen die drehenden Teile wie Schaltmechanismus und Räder nicht unter Federdruck. Der Lagerdruck ist nur durch das Eigengewicht des Teiles gegeben, also bedeutend weniger gross als in der mechanischen Uhr. Dasselbe ist für die Eingriffe zu sagen. Dass sich dies auf die Abnutzung sowohl, als auch für die Schmierung sehr günstig auswirkt, liegt auf der Hand. Die serienmässig und ohne grossen Aufwand erreichten Ganggenauigkeiten elektrischer und elektronischer Armbanduhren sind weitere Punkte, die für diesen Uhrentyp sprechen.

Automatische Armbanduhren kennt man seit ungefähr 1924. Sie haben einen sehr langen Entwicklungsweg bis zur heutigen Vollkommenheit durchgemacht. Wie lange hat es nur gedauert, bis man vom «Anschläger-Aufzug» zum Rotoraufzug gekommen ist!

Die elektrische und elektronische Uhr sind Kinder einer neuen Technik. Man wird auch ihnen eine Entwicklungszeit zubilligen müssen. Was bis heute erreicht worden ist, berechtigt zu den besten Hoffnungen, zumal gerade die Technik der Halbleiter (integrierte Schaltungen) sich in voller Entwicklung befindet. Die moderne Technik ist nicht aufzuhalten. Sie wird uns eines Tages

Uhren liefern, die noch vollkommener sein werden, als was wir heute unter Chronometern verstehen. Sie hat nicht die Aufgabe, die heutige klassische mechanische Uhr zu verdrängen, diese wird sicher noch viele Jahre ihren Platz halten können, da ja auch für sie die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Die elektrische und speziell die elektronische Uhr aber ist ein neuer Uhrentyp, und sie wird mit ihrer Vervollkommnung viele moderne Menschen in ihren Bann ziehen.

Mit vorliegendem Buch soll vor allem der Uhrmacher und der interessierte Spezialist angesprochen werden. Es ist so aufgebaut, dass es eine möglichst gute Hilfe für das Verständnis und die Reparatur aller bisher bekannten elektrischen und elektronischen Kleinuhrsysteme sein möchte. Diese Uhrentypen sind im allgemeinen viel einfacher aufgebaut, als der Nichtfachmann glaubt. Daher ist jede Angst vor solchen Systemen fehl am Platze. Nach eingehenden Studien und einigen Grundbegriffen über Elektrizität kann jeder Uhrenfachmann solche Uhren verstehen und reparieren.

Es ist mir zum Schluss ein Bedürfnis, allen im Quellenverzeichnis angeführten Firmen und Stellen für ihre Erlaubnis der Veröffentlichung ihres technischen Materials bestens zu danken. Ihre spontane Zusage hat mir meine Arbeit bedeutend erleichtert.

Solothurn, den 1. Juli 1969  
Der Verfasser

## Allgemeines

Elektrische und elektronische Kleinuhrsysteme mit Schwingern in Form einer Unruh mit Spirale funktionieren im umgekehrten Sinne als eine klassische mechanische Uhr. Während bei der letzteren die Unruh vom Federhaus her über das Räderwerk und die Hemmung angetrieben wird, werden Unruhschwinger der erstern direkt angetrieben. Wir sprechen hier von einem sog. **Unruhmotor**. Dieser Unruhmotor treibt über einen Schaltmechanismus das Räderwerk und das Zeigerwerk an. Zum Antrieb des Unruhmotors werden je nachdem Elektromagnete, Weicheisenarmaturen, Permanentmagnete, Spulen, Kontakte oder elektronische Mittel verwendet. Je nach System unterscheiden wir daher:

- Elektromechanische Systeme
- Elektrodynamische Systeme
- Transistorisierte dynamische Systeme

Als weitere Entwicklung sind die Systeme zu nennen, bei denen der Unruhschwinger durch einen Biegeschwinger ersetzt wurde. Diese Biegeschwinger können die Form einer Stimmgabel, einer schwingenden Lamelle oder eines Quarzstabes besitzen.

### Elektromechanische Systeme:

Solche Systeme arbeiten mit Anziehung, d. h. der Impuls auf den Schwinger wird durch elektromagnetische Anziehung erreicht. Ein Kontakt, der durch den Schwinger gesteuert wird, schliesst in dessen Ruhestellung den Stromkreis. Damit erhält die Statorspule Strom, der Stator wird magnetisch und zieht den Eisenrotor des Schwingers in das Statorfeld. Kurz bevor das Zentrum des Statorfeldes erreicht ist, öffnet sich aber der Kontakt, und der Schwinger (Unruh) schwingt unter dem Einfluss seiner Spiralfeder wieder in seine Ruhelage zurück. Damit wird aber der Kontakt wieder geschlossen, und es erfolgt erneut ein Anzug auf den Schwinger, der sich so auf eine günstige Schwingungsbreite aufschwingt. Je nach Konstruktion des Kontaktes erfolgt nur jede Ganzschwingung oder dann beidseitig, also jede Halbschwingung ein Kontakt und damit im ersten Falle ein Impuls auf eine Ganzschwingung, im zweiten Falle zwei Impulse auf eine Ganzschwingung des Schwingers.

### Elektrodynamische Systeme:

Hier wird vor allem mit Abstossung gearbeitet. Der Schwinger erhält seinen Impuls in Form eines Stossimpulses. Bekanntlich ziehen sich ungleichnamige magnetische Pole an und gleichnamige stossen sich ab. Auf diesem Gedanken sind dynamische Systeme aufgebaut. Befinden sich z. B. auf dem Schwinger Permanentmagnete gegenüber einer in der Werkplatte festgemachten Spule, so kann durch entsprechende Polung der Spule erreicht werden, dass ihre elektromagnetisch erzeugten Pole sich so zu den Permanentmagneten gegenüberstellen, dass beide gleichnamig sind, und so der Pol der Spule dem Pol des Schwingers einen Stossimpuls erteilt. Da der Schwinger wieder den Kontakt steuert, öffnet sich letzterer nach der Abstossung des Schwingers, und dieser kehrt durch den Einfluss seiner Spiralfeder wieder in seine Ruhelage zurück. Damit schliesst sich aber auch der Kontakt wieder, und die Abstossung erfolgt erneut, so dass sich der Schwinger in kurzer Zeit auf eine günstige Schwingungsbreite aufschwingen kann. Auch hier besteht durch geeignete Anordnung der Spulen und Magnete die Möglichkeit, Systeme zu konstruieren, die entweder nur einmal pro Ganzschwingung oder bei beiden Halbschwingungen Kontakt erhalten. Ebenso besteht die Möglichkeit, an Stelle der Permanentmagnete auf dem Schwinger hier die Spule zu befestigen, wobei dann die Permanentmagnete in der stillstehenden Werkplatte angeordnet sind. Bei dieser Anordnung liegt das Problem in der Zu- und Wegführung der Stromleitung der Spule. Zusammengefasst haben wir also bei den dynamischen Systemen:

1. Kontaktgabe einmal pro Ganzschwingung
2. Kontaktgabe einmal pro Halbschwingung
  - a) Magnete auf Schwinger, Spule feststehend
  - b) Spule auf Schwinger, Magnet feststehend

### Transistorisierte Systeme:

Diese arbeiten grundsätzlich mit Permanentmagneten und Spulen, wobei sich ebenfalls beide Möglichkeiten der Anordnung der Spulen und Magnete verwirklichen lassen. Der Kontakt aber

ist durch einen Transistor ersetzt, der hier als Schalter arbeitet. Durch zusätzliche elektronische Mittel kann der Selbstanlauf des Schwingers bewerkstelligt werden, ebenfalls kann eine Spannungs- und Temperaturstabilisierung durch elektronische Mittel eingebaut werden.

### Elektronische Armbanduhren:

Vereinbarungsgemäss dürfen elektrische Antriebssysteme dann als elektronisch bezeichnet werden, wenn für die Inganghaltung des Schwingers elektronische Mittel eingesetzt werden. Streng genommen ist ja die Schwingung sowie der Antrieb des Räderwerkes wieder rein mechanisch.

### Biegeschwinger:

Als Systeme mit Biegeschwinger werden solche benannt, die an Stelle eines Unruhschwingers mit Spiralfeder einen Schwinger in Form einer Stimmgabel, einer Schwinglamelle oder eines Quarzkristalles besitzen. Da solche Systeme infolge ihrer relativ hohen Frequenz (Schwingungszahl) nicht mehr mit mechanischen Kontakten gesteuert werden können, sondern mit Transistoren, sind diese ebenfalls unter die elektronischen Systeme einzureihen. Im Frühjahr 1970 ist es der amerikanischen Uhrenfabrik Hamilton gelungen, eine elektronische Armbanduhr herzustellen, die keine beweglichen Teile mehr aufweist. Auch die Zeitanzeige erfolgt elektronisch durch Leuchtdioden, so dass damit der alte Traum, eine vollelektronische Armbanduhr herzustellen, nunmehr verwirklicht ist.

## Lip electric, Kaliber R 27

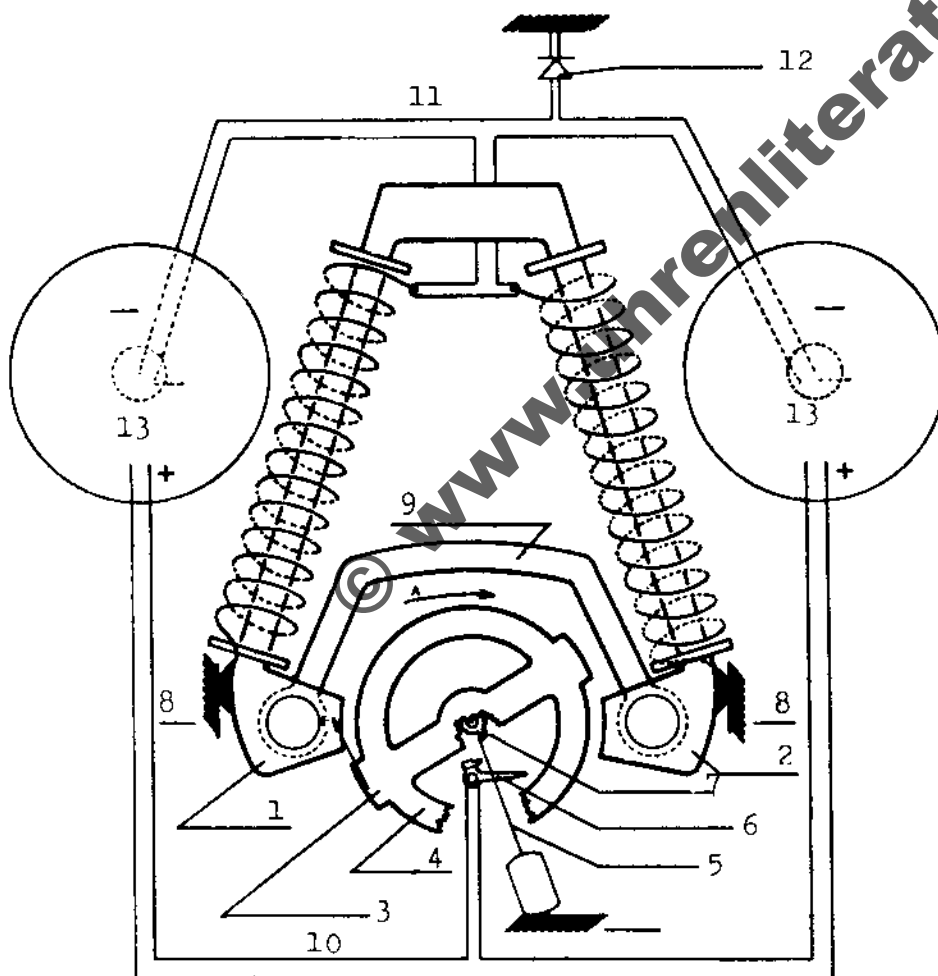


Fig. 1

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| 1 Stator links  | 8 Masse                    |
| 2 Stator rechts | 9 Polarisationsmagnet      |
| 3 Unruhnocken   | 10 Innere Stromverbindung  |
| 4 Unruh         | 11 Äussere Stromverbindung |
| 5 Kontaktdraht  | 12 Funkenlöschdiode        |
| 6 Regulierhebel | 13 Batterien               |
| 7 Kontaktnocken |                            |

Dieses Uhrwerk wurde in ungefähr 6-jähriger Entwicklungsarbeit konstruiert und kam 1958 auf den Markt. Um die Herstellungskosten niedrig zu halten und um dem Werk einen möglichst einfachen verständlichen Aufbau zu geben, wurde ein elektromagnetisches System gewählt. Es ist mit zwei Batterien ausgestattet, die in Parallelschaltung eingebaut sind.

Fig.1 zeigt uns das Funktionsschema der Lip-Konstruktion.

### Funktionsweise des Unruhmotors.

Die Unruh, hier als Rotor aus Mumetall (Spezialeisen) hergestellt, befindet sich im Zentrum eines Statorgestells, das ebenfalls aus dem gleichen Material besteht. Dieses Statorgestell besitzt zwei Drahtwicklungen aus Kupferdraht von 0,025 mm Dicke. Wir haben es hier also mit einem System zu tun, das mit Spulen und Weicheisenkernen ein elektromagnetisches System bildet.

Ein durch die Unruh geschlossener Kontakt lässt kurzzeitig ein elektromagnetisch erzeugtes Magnetfeld auf die Unruh einwirken, wodurch dieselbe durch ihre beiden Ansätze in das Statorfeld hineingezogen wird. Kurz bevor sich diese Ansätze genau gegenüber den Statorenden befinden, wird der Kontakt wieder unterbrochen, und die Unruh schwingt durch die Kraft ihrer Spiralfeder wieder in ihre vorherige Ruhelage zurück und ein bisschen darüber hinaus, um dann wieder zurückzuschwingen, den Kontakt erneut zu schliessen und wieder angezogen zu werden. Auf diese Weise schwingt sich die Unruh zu einer günstigen Schwingungsweite auf.

Der Kontakt für den Antrieb der Unruh erfolgt nur jede ganze Schwingung einmal, die Unruh schwingt also leer zurück.

## Regulieren der Unruh.

Die Unruh besitzt 18 000 Schwingungen pro Stunde. Für die Regulierung geht man gleich vor wie bei einer klassischen mechanischen Uhr.

**Anmerkung:** Es besteht die Möglichkeit, dass mit dem Regulierknopf der Zeitwaage die günstigste Stellung für ein gutes Diagramm gesucht werden muss. Man sollte zwei möglichst nahe beieinander stehende Striche erhalten. Das Diagramm kann aber von einem solchen einer klassischen Uhr abweichen, der Anker hat nur die Funktion einer Schwingungsbegrenzung, und das Hemmungsgeräusch entspricht einer Hemmung mit «verlorenem Schlag» (Chronometerhemmung).

Im Gegensatz zu mechanischen Uhren mit Federantrieb überträgt das Räderwerk dieses Werkes keine Kräfte. Daher hat es praktisch keine Abnutzung, und der Ölzustand hat keinen Einfluss.

## B. Revision und Reparatur.

Das elektrische Werk Lip R148 ist so konstruiert, dass es ohne weiteres durch einen guten Uhrmacher, der die Reparatur mechanischer Uhren beherrscht, repariert werden kann. Die folgenden Hinweise sollen ihm dabei eine Hilfe sein. Für die Kontrolle und Messung der elektrischen Teile und Funktionen hat Lip ein besonderes Service-Sortiment herausgegeben, das in einem spätern Abschnitt dieses Artikels beschrieben ist.

### Demontieren des Werkes.

Es ist empfehlenswert, alle Teile bereits bei der Demontage der Uhr gründlich zu kontrollieren, um nicht bei der Montage defekte Teile zu verwenden.

#### 1. Ausschalen.

Wie bei einer klassischen Uhr wird der Gehäuseboden und die Zeigerstellwelle entfernt. Zeigerstellwelle vorher in Zeigerstellposition ziehen, damit die Unruh blockiert und der Stromkreis unterbrochen ist.

Werk herausziehen. Stundenrohr auf sein freies Höhenspiel kontrollieren.

Zeiger und Zifferblatt entfernen.

Prüfen der Höhenverteilung des Stundenrades mit dem Wechselradtrieb.

Prüfen des sichern Durchganges des Zentrumrades unter der Zwischenradbrücke, Zifferblattseite.

#### 2. Demontieren des Werkes.

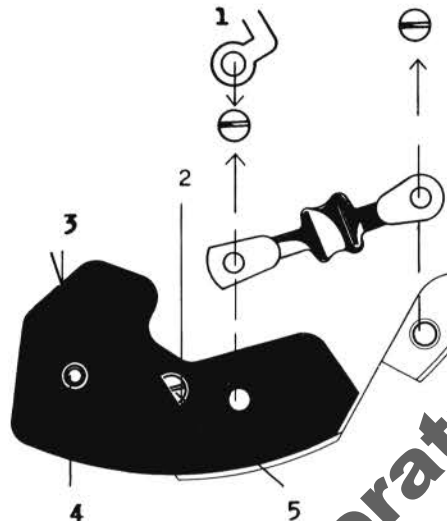


Fig. 12 Kontaktträgerplatte

- 1 Spule
- 2 Kontakteinstellzeiger
- 3 Kontaktdraht
- 4 Anschlusschraube auf Zifferblattseite
- 5 Fixationschraube

Batterie aus dem Werk nehmen.

\* Kontrolle der Batteriespannung.

Unruh ausbauen, Kontaktdrähte nicht beschädigen!

\* Kontrolle von Stator und Diode.

Diode ausbauen (siehe Fig. 12).

Kontaktträgerplatte wie folgt demontieren:

- a) Ausschrauben der Anschlusschraube auf der Zifferblattseite.
- b) Entfernen der Fixierschrauben der Kontaktträgerplatte, Brückenseite (Fig. 12).
- c) Entfernen der Kontaktträgerplatte unter besonderer Beachtung der Kontaktdrähte!
- d) Versorgen der Kontaktträgerplatte in eine sehr saubere Schachtel.

Ausbau der Räderwerkbrücke und des Zwischenrades.

Wenn das Zwischenrad gereinigt wird, dann muss seine Friktion vor der Montage an den in der Fig. 13 angegebenen Stellen wieder geölt werden.

Die mit einem Stern (\*) bezeichneten Positionen sind im Kapitel «Elektrische Messungen» beschrieben.

Um den sehr heiklen Luftspaltabstand des Stators nicht neu einstellen zu müssen, soll der Stator nicht unnötig demontiert werden. Man kann die Nebenschlussbrücke ohne Verstellen des Stators folgendermassen demontieren:

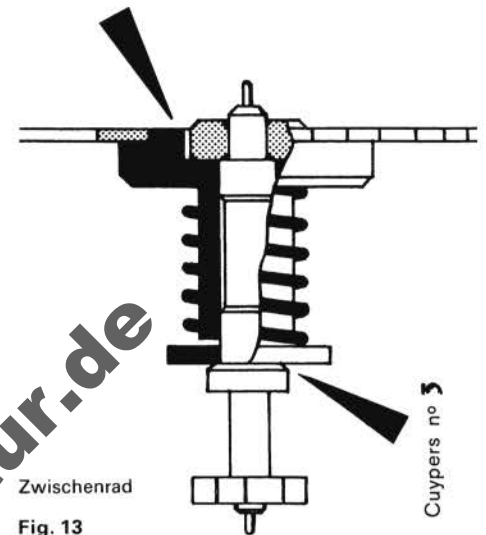


Fig. 13

- a) Hintere Statorschraube 3 und beide Schrauben 1 und 2 der Nebenschlussbrücke ausschrauben (Fig. 14).

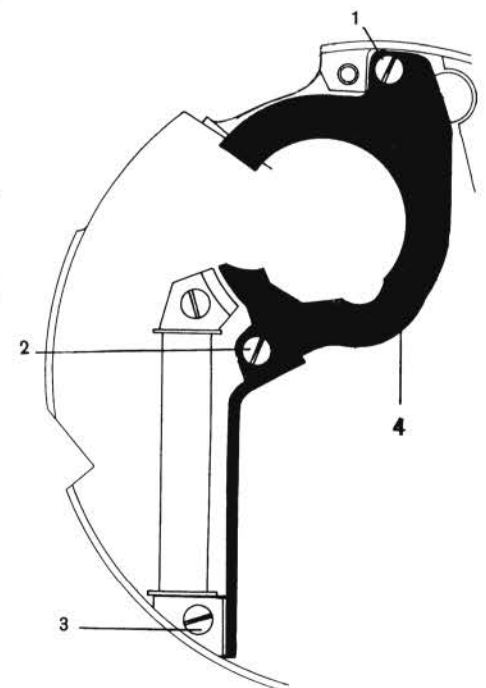


Fig. 14

- 1, 2, 3 Fixationschrauben der Nebenschlussbrücke
- 4 Nebenschlussbrücke

- b) Anheben der Nebenschlussbrücke soweit, dass sie über den Statoransatz und den Zapfen des Sekundenzeigers hinweg nach hinten weggestossen werden kann, wie Fig. 15 zeigt.

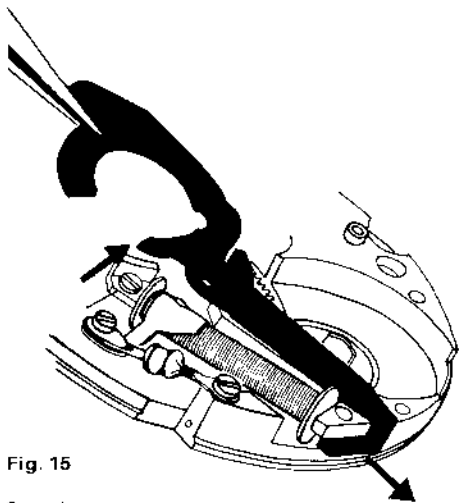


Fig. 15

Statorhorn

Die Nebenschlussbrücke besteht aus Weicheisen. Achtung, nicht verbiegen!  
Entfernen des Stators:

In 80% der Fälle ist eine Demontage nicht nötig. Um ihn zu entfernen, muss seine vordere Befestigungsschraube ausgeschraubt werden.

Entfernen des Stopphebels.

Demontieren der Schaltradbrücke, des Schaltrades und des Begrenzungsankers.

Entfernen des Sekundenrades.

#### Zifferblattseite.

Innere Anschlussfeder abschrauben.

Zwischenradbrücke entfernen.

Wechselradbrücke entfernen.

Zeigerstellrad, Wechselrad und Zentrumrad entfernen.

Zeigerwerkmechanismus ausbauen.

#### 3. Reinigen.

Alle Teile der Uhr können wie diejenigen einer normalen Uhr gereinigt werden, mit Ausnahme der Batterie, der Diode und des Stators.

Die Kontaktträgerplatte muss normalerweise nicht gereinigt werden. Sollte dies trotzdem einmal nötig sein, dann reinige man sie in reinem Isopropyl-Alkohol, unter besonderer Vorsicht wegen der Kontaktdrähte. Trocknen mit Warmluft. Metallspäne an den Magneten oder Eisenteilen entferne man mit Klebestreifen.

#### 4. Das Zusammensetzen.

Das Zusammensetzen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Demontage. Kontrolle aller mechanischen Funktionen, wie Höhenspiel, Eingriffe usw., wie bei einer mechanischen Uhr.

##### Zifferblattseite.

Montieren des Zeigerwerkmechanismus, des Räder- und Zeigerwerkes und der zugehörigen Brücken.

Innere Anschlussfeder einsetzen und Kontrolle ihrer Isolation.

##### Brückenseite.

Einstellen des Sekundenrades.

Schaltrad, Begrenzungsanker und Brücke montieren.

Kontrolle, ob der Begrenzungsanker durch seinen Magneten gut angezogen wird durch Hin- und Herbewegen des Ankers.

Kontrolle, ob das Schaltrad von seinem Magneten gut positioniert wird. Stopphebel einsetzen und kontrollieren, ob er unter dem Einfluss seiner Feder frei dreht.

Nebenschlussbrücke einsetzen. Wurde der Stator nicht entfernt, erfolgt die Montage in umgekehrter Reihenfolge der Demontage.

Räderwerk und Brücke einsetzen und Räderwerk auf freies Spiel kontrollieren.

Kontaktträgerplatte montieren. Die beiden Kontaktdrähte müssen genau gegen das Zentrum der Unruhachse zeigen, wie in Fig. 19 dargestellt. Die Kontaktträgerplatte muss sehr sauber und vor allem frei von Staub oder Grat an den Kontaktfedern oder am Einstellzeiger sein.

Ein zu stark verbogener Kontaktdraht sollte nicht wieder dressiert und verwendet werden, man ersetze die komplette Kontaktträgerplatte.

##### Einsetzen von Unruh und Kloben.

Achtung! Kontaktfedern bei dieser Operation nicht verbiegen!

Ist die Unruh eingestellt, kontrolliere man die Höheneinstellung des Begrenzungsankers, des Schaltrades und der Kontaktdrähte. Die Kontaktdrähte dürfen während ihrer Funktion keinesfalls die metallische Hebelscheibe des Steuerfingers berühren (Kurzschluss!).

Die Kontaktdrähte sollen den Steuerfinger (Ellipse) zwischen der halben und drei Viertel der Länge berühren, wie dies in Fig. 16 dargestellt ist.

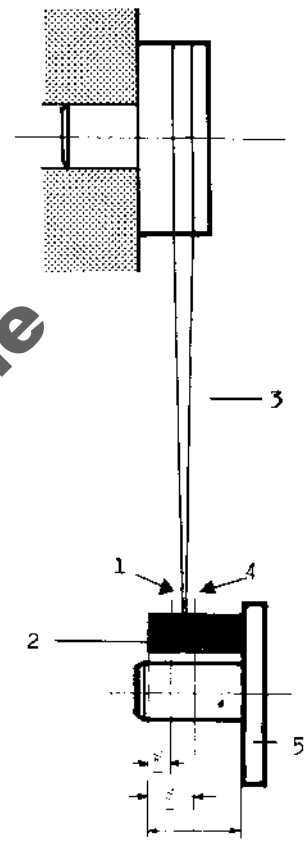


Fig. 16

- 1 Innere Begrenzung
- 2 Ellipse
- 3 Kontaktdrähte
- 4 Äussere Begrenzung
- 5 Hebelscheibe

#### Montage des Stators und Einstellen seines Luftspaltes.

Vor dem Montieren des Stators messe man seinen Widerstand (siehe Kapitel «Elektrische Messungen»).

Stator an seinen Platz legen und mit seinen Befestigungsschrauben so fixieren, dass er noch verschoben werden kann. Dann drehe man die Unruh soweit, dass ihr Nocken sich genau gegenüber dem Statorhorn befindet. Dann reguliere man den Luftspalt so, dass er 2 bis 3/100 mm gross ist. Der Luftspalt kann mit Hilfe einer Spreizfeder, wie sie für das Stundenrohr gebraucht werden, kontrolliert werden, sofern die Dicke dieser Spreizfeder 2–3/100 mm dick ist. Der Luftspalt muss auf seiner ganzen Länge parallel sein.

Nach der Regulierung des Luftspaltes Fixierschrauben fest anziehen, ohne den Stator zu verschieben.  
Diode montieren. Vorher messe man ihren Widerstand in beiden Richtungen (siehe Kapitel «Elektrische Messungen»).

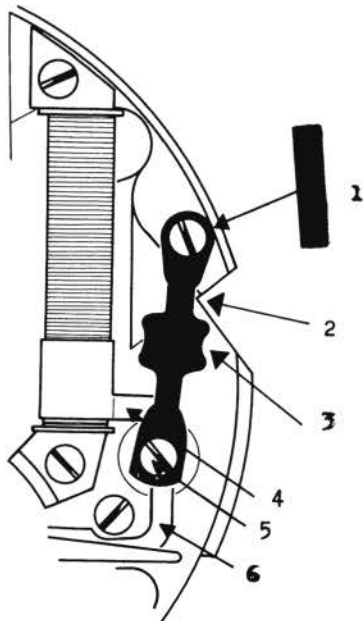


Fig. 17

- 1 Masse
- 2 Roter Ring
- 3 Diode
- 4 Statoranschluss
- 5 Anschlusspfeiler
- 6 Anschluss des Kontakteinstellzeigers

Der Diodenanschluss mit dem roten Ring kommt an Masse, der andere an den Anschlusspfeiler des Kontakteinstellzeigers.  
Prüfen des elektrischen Stromkreises, wie im Kapitel «Elektrische Messungen» angegeben.  
Ölen des Werkes wie in einer konventionellen Uhr.  
Der Begrenzungsanker wird nicht geölt, ebenso dürfen die verschiedenen Ellipsen nicht geölt werden.

### Einstellung der Unruh, des Zählwerkes und Ingangsetzen der Uhr.

Es müssen verschiedene Bedingungen eingehalten werden, damit die Unruh einen möglichst kleinen Isochronismusfehler aufweist.  
Diese Bedingungen können folgendermaßen zusammengefasst werden:  
Einflüsse, welche Störungen auf die Schwingungen der Unruh haben können (Kontakt, magnetischer Impuls, Antrieb des Schaltrades, Anker für die Schwingungsbegrenzung), müssen symmetrisch auf den toten Punkt der Unruh ausgerichtet werden, damit ihre Schwingung möglichst frei von äusseren Einflüssen erfolgen kann.  
1. Gegenseitige Stellung der Unruhnocken zum Horn des Stators, Stellung der Kontaktfedern,

Stellung des Steuerstiftes zum Schalt-  
rad,  
Stellung des Steuerfingers zum Be-  
grenzungsanker.  
Diese Einstellungen werden von der  
Herstellerrfirma vorgenommen und müs-  
sen, solange man sie nicht verstellt,  
nicht korrigiert werden.  
2. Die Stellung des Spirotors ist in Fig. 18  
dargestellt: Die Achse der Spiralklötz-  
schraube soll sich am Rande der  
Nebenschlussbrücke befinden. Tole-  
ranz:  $\pm$  Kopfdurchmesser der Schrau-  
be.

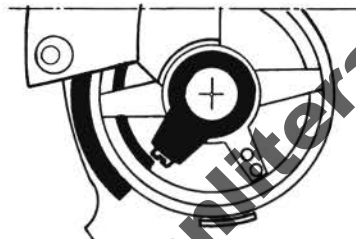


Fig. 18

3. Man kontrolliere, ob sich der Kon-  
taktknocken des Kontakteinstellzeigers  
rechts der Kontaktdrähte und in ihrer  
aller nächsten Nähe befindet, der Kon-  
takt ist aber unterbrochen. Der  
Schwingungsbegrenzungs-Ankersoll  
mit seinem Gabeleinschnitt symmet-  
risch zum Steuerstift stehen (Fig. 19).

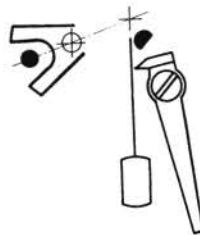


Fig. 19

4. Kontrolle des Anlaufes, indem man  
die Unruh um  $60^\circ$  im Gegenuhrzei-  
gerinn verdreht.  
5. Der Anlauf kann, wenn er unsicher  
oder schwierig ist, durch Verstellen  
des Spirotors korrigiert werden, man  
halte sich aber an die Toleranzangabe  
in Punkt 2.  
6. Man beobachte das Werk auf der  
Zeitwaage. Das Diagramm soll nicht  
breiter als 3 mm sein. Ist es breiter,  
dann stellt man vorerst durch Verdre-  
hen des Spirotors fest, in welcher  
Richtung korrigiert werden muss und  
verschiebt dann den Kontakteinstell-  
zeiger in die gleiche Richtung. Diese  
Verstellung verbessert zwar das Dia-

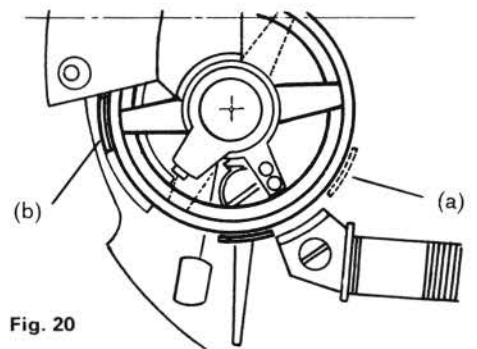


Fig. 20

gramm, schadet aber dem Isochronis-  
mus. Nun wird wieder der Anlauf wie  
unter Punkt 4 kontrolliert.  
7. Regulierung der Schwingungsweite  
der Unruh in flacher Lage von  $270^\circ$   
 $\pm 10^\circ$ .

### Feststellung der Schwingungsweite.

Die Schwingungsweite kann durch Be-  
obachtung mit dem Auge festgestellt  
werden im Moment, wo sich die beiden  
Unruharme kreuzen (Fig. 20b).  
Der Nullpunkt befindet sich im Ruhe-  
punkt der stillstehenden Unruh (Fig. 21).

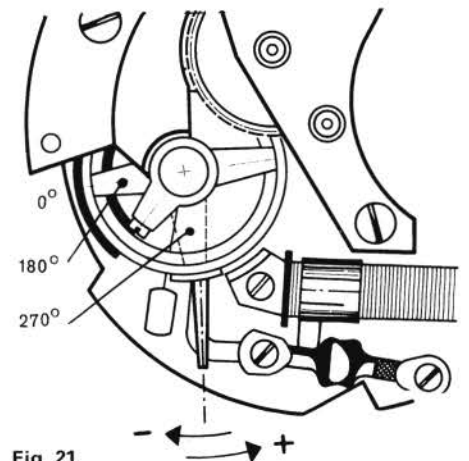


Fig. 21

Die Schwingungsweite von  $180^\circ$  ist er-  
reicht, wenn sich die beiden Unruh-  
arme kreuzen.  
Die Schwingungsweite erreicht  $180^\circ$   
 $+ 90^\circ = 270^\circ$ , wenn die Arme der Unruh  
einen rechten Winkel zu der Kreuzungs-  
stellung erreichen. Ein Arm befindet sich  
dann genau über dem Kontakteinstell-  
zeiger.  
Messung des Stromverbrauchs des Wer-  
kes (siehe Kapitel «Elektrische Messun-  
gen»)  
Nun werden Werk und Batterie wieder  
aus dem Messblock entfernt und die  
Batterie in das Werk eingebaut. Das Zu-  
sammenstellen ist nun beendet und das  
Werk in funktionstüchtigem Zustand.

### Einschalen.

Diese Operation erfolgt in umgekehrter  
Reihenfolge wie das Ausschalen, unter  
Beobachtung der dort angegebenen  
Empfehlungen.  
Wurde die Zeigerstellwelle ausgewech-  
selt, so ist sie auf ihre Funktion mit dem  
Stopphebel zu überprüfen.