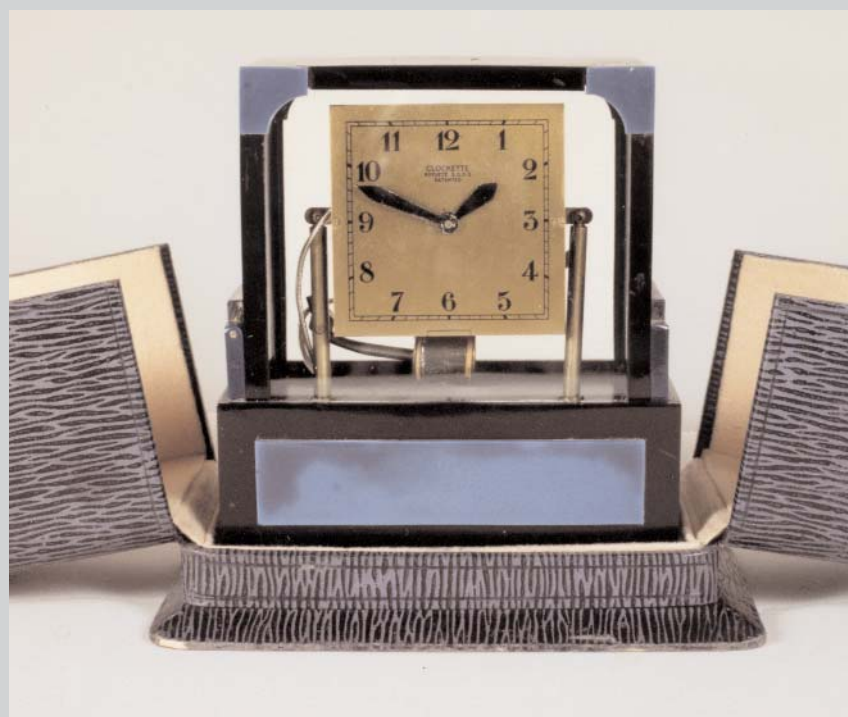


Musée international d'horlogerie  
La Chaux-de-Fonds

# L'heure électrique

trois collections - une exposition  
27 mai - 18 septembre 2005



Einführung zu elektrischen  
Grossuhren  
Michel Viredaz

Deutsche Übersetzung von Christa Nehls unter Mitwirkung  
von Felix Closs

# EINFÜHRUNG ZU ELEKTRISCHEN GROSSUHREN

**Michel Viredaz**

Deutsche Übersetzung von Christa Nehls unter Mitwirkung von Felix Closs

*Der folgende Text ist eine revidierte Version eines Artikels, der im Chronométrophilia Bulletin No 51 (auf Französisch) und No 54 (auf Deutsch) publiziert wurde.*

Es sollte gleich zu Beginn erwähnt werden, dass dieser Artikel ausschliesslich von Grossuhren handelt, im Gegensatz zu elektrischen oder elektronischen Taschen- bzw. Armbanduhren, die ein vollkommen anderes Thema sind. Die im Folgenden beschriebenen Uhren werden direkt oder indirekt mit elektrischem Strom betrieben. Unsere historische Beschreibung endet mit dem Beginn des elektronischen Zeitalters, welches hier als die Einführung von Halbleitern in einem elektrischen Schaltkreis definiert ist. Mit anderen Worten, wir werden ungefähr die Zeit von 1840 - 1970 abdecken.

Eine weitere Vorbemerkung ist notwendig: Dieses Werk ist gedacht für Uhren-Amateure im Allgemeinen, die oft wenig oder gar nichts über elektrische Uhren wissen. Diese Uhren sind nur einem kleinen Kreis von Enthusiasten gut bekannt. Es liegt daran, dass sie sehr grosses Interesse an dieser Thematik haben, weil diese Art von Uhren viel unterschiedlicher in ihren Prinzipien als rein mechanische Uhren sind.

In aller Bescheidenheit und nur zum besseren Verständnis des Inhaltes - möchten wir abschließend noch klar stellen, dass wir das Thema aus Schweizer Sicht betrachten, was vielleicht die Wahl der Beispiele und die Betonung auf die Schweiz in diesem Text erklärt.

Wir werden weitergehend folgende Abschnitte bzw. Themen betrachten:

- Klassifizierung,
- Geschichte,
- Untersuchung der verschiedenen Prinzipien mit Beispielen,
- Literatur- und Quellenangaben.

## **KLASSIFIZIERUNG ELEKTRISCHER UHREN**

Es mag etwas abwegig erscheinen, aber die Annäherung über eine Klassifizierung ist notwendig, um einen klaren Überblick über dieses komplexe Thema zu erhalten. Das erste Beispiel der systematischen Klassifizierung finden wir in den Schweizer Patenten - gefunden in Inventions-Revue von 1908-1909. Es ist dahingehend

interessant, dass sich hier der Zeitgeist zeigt, aber es ist ungenügend für eine rückblickende Untersuchung des Themas. Nachdem nun Klasse A der mechanischen Uhrkunde, Klasse B den Gehäusen und Klasse C den Spezialmaschinen und - Werkzeugen zugeordnet ist, gibt es nicht weniger als 4 (!) Klassen für die elektrische Uhrkunde:

- Klasse D: elektromagnetische Einzeluhren, unterteilt in "direkter Antrieb" und "indirekter Antrieb",
- Klasse E: Systeme zur Vereinheitlichung der Zeit durch die Elektrizität (mit 5 Unterabschnitten),
- Klasse F: elektrischer Apparat zur Messung von Bruchteilen einer Sekunde (eine spezielle Klasse für diese seltenen aber wundervollen Maschinen - wie das Chronoskop - war eine wirkliche Ehre für die Herren Hipp und Favarger!),
- Klasse G: elektrische Mechaniken zur Signalgebung.

Für unsere Zwecke ziehen wir es vor, eine detailliertere Klassifizierung zu benutzen, basierend auf drei verschiedenen Kriterien:

- Funktionale Klassifizierung:
  - Unabhängige Uhren (eigenständige und vollständige Instrumente, die Zeit an einem bestimmten Platz anzeigen),
  - Hauptuhren (Uhren mit einem elektrischen Kontaktsystem, um die Übertragung von Zeitimpulsen zu mehr oder weniger entfernten Nebenuhren zu ermöglichen),
  - Nebenuhren (diese Instrumente empfangen die obengenannten Impulse),
  - Synchronuhren (diese sind in der Tat nichts anderes als Nebenuhren, deren Hauptuhr das Elektrizitätswerk ist).
- Klassifizierung nach Antriebsart (diese gilt nur für unabhängige und Hauptuhren):
  - Uhrenantrieb durch elektromagnetische Impulse auf das Pendel,
  - Mechanische Uhren mit Gewicht oder Zugfeder, die durch elektrische Energie aufgezogen werden (durch einen Motor oder einen Elektromagneten, in kurzen Intervallen oder mit Gangreserve),
  - Uhren, in denen ein mechanischer Impuls direkt auf das Pendel gebracht wird (durch Gravitation, Federkraft oder Elektromagnet),
  - Besondere oder anekdotische Konstruktionsideen.
- Abschließend eine Klassifizierung entsprechend der Quelle und Charakteristik der elektrischen Versorgung:
  - Niederspannung (1,5 - 60 V) oder Stromnetz (110 - 220 V),
  - Gleichstrom (normalerweise Niederspannung) oder Wechselstrom normalerweise Netzstrom),
  - Netzstrom (mit oder ohne Transformator und/oder Gleichrichter) oder Batterie (wiederaufladbar oder nicht).

Diese allgemeine Übersicht sollte es nun in den folgenden Kapiteln leichter machen, charakteristische Konstruktionen zu untersuchen, ohne Verwirrung zwischen den vielen Varianten elektrischer Uhren zu riskieren. Aber zuerst einen Blick auf die Geschichte.

## GESCHICHTE

Die erste spontane Frage eines jeden lautet: "Wer ist der Erfinder der elektrischen Uhr?". Wie gewöhnlich bei großen Erfindungen lag die Idee so um 1840 überall in der Luft, und zahlreiche Arbeiten/Versuche wurden von Leuten wie Wheatstone, Steinheil, Hipp, Breguet, Garnier und vielen anderen durchgeführt.

Unter der Federführung der britischen Enthusiasten, die mehr Aufmerksamkeit auf elektrische Uhren verwendeten als andere Nationalitäten wie z.B. die schweizerische oder französische, wurde der Gedanke in der Literatur verfestigt, dass Alexander Bain der "Vater" der elektrischen Uhr ist. Bain begann eine Lehre als Uhrmacher, beendete diese aber nicht. Er interessierte sich schon in jungen Jahren sehr für die Elektrizität (um 1830). Nach langen Streitereien und Kontroversen mit Professor Wheatstone, der versuchte die Rechte der Erfindung für sich zu bekommen, registrierte Bain sein erstes Patent am 10. Oktober 1840. Bain war zweifelsohne ein Genie und Visionär. Zahlreiche Anwendungen der Elektrizität in der Uhrmacherei und für die Zeitmessung wurden von ihm in seinen Texten und Patenten vorgestellt; aber es gelang ihm nicht, eine richtige Serienproduktion oder eine Industrie aufzubauen, wie es Hipp (der deutscher Abstammung war) zur gleichen Zeit in der Schweiz machte.

Aber bevor wir uns nun etwas mehr Hipp zuwenden, wollen wir uns erst einmal daran erinnern, dass die Erforschung der Elektrizität bereits im 17. Jahrhundert begann. Ein Italiener, Professor Rami, baute eine elektrostatische Uhr im Jahr 1815. William Sturgeon, ein britischer Staatsbürger, erfand den Elektromagnet (unentbehrlich für elektrische Uhren) im Jahr 1825, und Volta die Batterie im 1800.

Matthias Hipp (1815 - 1893), ein wichtiger Mann für die Schweizer Industrie und für heutige Sammler, wurde in Württemberg geboren. Er absolvierte eine Uhrmacherlehre und arbeitete in einer modernen Fabrik, in der er den Sohn des Eigentümers traf, der gerade von einer weiterführenden Ausbildung aus der Schweiz zurückkam. Er entschied sich, ebenfalls in den französischsprachigen Teil der Schweiz zu gehen, um seine berufliche Ausbildung zu verbessern. 1834 hielt er sich kurz in St. Gallen auf. Es heisst, dass er dort seine berühmte "Toggle-Hemmung" (tatsächlich ein Kontakt und nicht eine Hemmung im üblichen Sinne) in einer schlaflosen Nacht erfunden haben soll. 1835 kam er dann nach Saint-Aubin bei Neuchâtel, wo er seine Fähigkeiten über einige Jahre verbesserte, bevor er nach Deutschland zurückkehrte. 1841, mittlerweile 28 Jahre alt, eröffnete er seine eigene Werkstatt in Reutlingen, Deutschland. Hier vollendete er seine erste Uhr mit dem Hipp-Toggle, die er 1843 bei einer Ausstellung in Berlin vorstellte, mit nur der kurzen Bemerkung "Eine Uhr, die ihren Antrieb unter dem Pendel hat". Er erfand auch einen kleinen Motor und baute das Chronoskop und den Registrier-Chronograph, zwei Instrumente für die Messung sehr kurzer Zeitintervalle (s.o. Klasse F ...).

Die bemerkenswerteste Tatsache in Verbindung mit der Hipp-Toggle-Uhr (abgesehen von der außergewöhnlichen Erfindergabe) ist die Tatsache, dass die Uhr in der Praxis so gut war, dass sie über einhundert Jahre ohne prinzipielle Veränderungen hergestellt und verkauft werden konnte. Welche andere Erfindung kann eine derartige Langlebigkeit beanspruchen? 1852 wurde Hipp durch die Schweizer Regierung zum Leiter der nationalen Telegraphen Werkstatt und Technischen Direktor der Telegraphenverwaltung ernannt, eine große Ehre für einen Ausländer. In dieser Position machte er in den folgenden acht Jahren weitere Erfindungen, allerdings nicht ohne sich Feinde zu machen, schliesslich war er bekannt und seine Abteilung machte Profit, zwei schwere Vergehen für einen hohen Staatsdiener...! G.A. Hasler, sein früherer Assistent, folgte ihm nach und übernahm die Werkstatt einige Zeit später als diese privatisiert wurde.

1860 ging Hipp nach Neuchâtel (Neuenburg), wo er eine kleine Firma für die Konstruktion von Telegraphen und elektrische Apparate gründete. Dies war der eigentliche Anfang der elektrischen Uhrenindustrie, die jetzt auch im praktischen Sinne etabliert wurde - nach zwei Jahrzehnten der Laborversuche in ganz Europa. Die Firma entwickelte sich rasant. Hipp zog sich 1889 zurück und überliess die Verantwortung den Ingenieuren A. Favarger und A. De Peyer. Seit dieser Zeit bis 1908 wurden die Produkte mit "Peyer & Favarger, Succ. de M. Hipp" signiert. Danach zog sich Peyer zurück und die Firma wurde die Kommanditgesellschaft (ein System der Firmenfinanzierung) Favarger & Cie (& Co.), 1923 Favarger & Cie. S.A. (A.G.) und Favag S.A in 1927, Datum der Union mit der Firma Hasler aus Bern, die 1983-4 mit Autophon fusionierte und die Gruppe Ascom bildete. Das Favag Uhrengeschäft (damals machten sie Quarzuhren) wurde 1989 an Bosshard A.G. (Moser-Baer) verkauft und die Produktion dann beendet. Die Firma Bosshard wurde letztendlich 2002 in Mobatime A.G. umbenannt.

Ein weitere wichtige Person in der schweizerischen Elektro-Uhren-Landschaft wäre zu nennen: David Perret, ein Pionier des elektrischen Aufzugs. Er war der Sohn eines Uhrenindustriellen (Taschenuhren), Ingenieur der heutigen Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (E.T.H.), Offizier in der Armee und Politiker. Er liess viele Patente unter seinem Namen registrieren.

Nachdem er sich einige Jahre auf die Mechanisierung der Kleinuhrenherstellung konzentriert hatte, begann er sich gegen Ende seines Lebens für elektrische Grossuhren zu interessieren. Er entwickelte sein eigenes System von Doppelkontakten zur Reduktion der Funkenbildung beim Aufziehen einer schwachen Antriebsfeder, das einmal pro Minute erfolgt. Er starb am 18. September 1908, und - unglücklicherweise - wurde seine Firma einige Jahre später liquidiert.

Um nun dieses kleine Kapitel Geschichte abzuschliessen, erwähnen wir noch einige andere wichtige Daten:

**1856:**

die erste elektrisch aufgezogene Uhr von Louis-F. Breguet,

**1862-64:**

das erste Leitungsnetz für elektrische Uhren in Genf und Neuchâtel (Neuenburg),

**1885:**

die Erfindung des Ferraris-Motors (oft in elektrisch aufgezogenen Uhren, z.B. Zenith, genutzt),

**1912:**

die ersten Radio-Zeitsignale vom Eiffelturm,

**1916:**

die Synchronuhr von Warren,

**1921:**

die Shortt-Uhr (die präziseste vor der Quarzuhr),

**1930:**

die ersten Quarzuhren,

**1955:**

die Atomuhr,

**60er und 70er:**

die Wende von "elektrisch" zu "elektronisch" und das Ende unseres Überblicks.

Jetzt untersuchen wir die verschiedenen Typen elektrischer Uhren.

## ELEKTROMAGNETISCHER IMPULS AUF DAS PENDEL, AUCH DIREKTER ANTRIEB GENANNT

Die Idee erschien zuerst, wenn auch noch in sehr einfacher Form, im ersten Patent von A. Bain 1841. Wir finden sie ebenfalls in der Hipp-Uhr 1842. In diesen Uhren ist im Allgemeinen ein Elektromagnet (d.h. eine Spule mit einem Kern aus Weicheisen) unter dem Pendel angebracht, welches selbst an seinem unteren Ende ein Weicheisenstück trägt. Ein genau positionierter Kontakt (leichter gesagt, als getan ...) schaltet den Strom in der Spule während der Abwärtsphase der Pendelbewegung ein, und zwar so nahe wie möglich an seiner vertikalen Position, um diesem einen Impuls zu erteilen und um damit die verlorene Energie zurück zu geben.

Man versteht nun, dass das Pendel nicht nur der schwingende Regulator ist, wie in mechanischen Uhren, sondern es dient gleichzeitig als Motor. Das Pendel und sein Kontakt können somit allein arbeiten, ohne irgendwelche Räder. Die Übertragung der Pendelschwingungen auf das Zifferblatt kann auf zwei Arten erfolgen, entweder mechanisch mit einem Zeigerwerk, das dann nur einen einfachen Schwingungszähler mit Zeigern darstellt (ein prinzipieller Mechanismus, den jeder Uhrmacher beherrscht und der hier keiner weiteren Erläuterung bedarf), oder durch einen elektrischen Kontakt, der Impulse an eine Nebenuhr gibt (siehe auch im Kapitel "Nebenuhren"). Diese zweite Lösung hat den Vorteil, das Pendel annähernd frei schwingen zu lassen. Sie wird im Allgemeinen in Uhren höherer Qualität genutzt (z.B. in allen Favag Uhren mit 2/3s Pendel).

Féry aus Frankreich modifizierte dieses System, indem er einen Permanentmagnet am unteren Ende des Pendels durch eine feste Spule ohne Eisenkern schwingen liess. Dieses System war in Frankreich weit verbreitet: Bulle-Clock (Spule am Ende des Pendels, Magnet am Gehäuse fixiert), Brillié, Ato (Magnet am Ende des Pendels, Spule am Gehäuse) und einige andere.

Ein kritisches Bauelement dieser Uhren stellt der Kontakt dar, der den Strom in der Spule schaltet. Deren Magnetfeld hält das Pendel in Bewegung. In den meisten Uhren dieser Art schliesst der Kontakt - und gibt somit den Impuls - bei jeder Schwingung (oder sogar Halbschwingung wie bei Frank Holden). Eine Klinke, die am Pendel befestigt ist, treibt ein Sperrrad und damit das ganze Räderwerk. Hipps geniale Erfindung bestand in einem Kontakt-System, das nur dann den elektrischen Strom fließen lässt, wenn die Amplitude der Pendelschwingung unter einen kritischen Grenzwert fällt. Dadurch wird die Anzahl unnötiger und störender Impulse auf das Pendel erheblich reduziert und gleichzeitig der Kontakt geschont.

In der Praxis wird ein Impuls alle 30 bis 120 Sekunden gegeben, abhängig vom Modell. Wie bereits erwähnt, wurde dieses System durch Hipp-Favag über ein Jahrhundert verwendet und viele Male mit vielen Variationen kopiert (englische Magneta, Siemens, Cyma, Scott, Vaucanson, etc.).

Bisher haben wir nur über Pendeluhren gesprochen. Es wurden aber auch Klein-Uhren mit einer Unruh nach den gleichen Prinzipien hergestellt, wie in der Schweiz und Deutschland, z.B. die wohlbekannteren, aber jüngeren Werke namens Orel und Sterling. In dieser Kategorie wären ebenfalls Eureka und einige andere wie Cauderay zu erwähnen, ein Elektriker aus Lausanne, Schweiz, der sich in Paris niederliess. Er hat eine große und dekorative Unruh verwendet.

Abschliessend stellen wir fest, dass die Entwicklung der Zeitgeber, die auf dem Prinzip des Magnetimpulses basiert, sich beschleunigte, als der Transistor den elektro-mechanischen Kontakt ersetzte, und die elektronische Revolution begann in dieser Kategorie (ATO und Kundo).

## ELEKTRISCHER AUFZUG

Die Uhren, die in diesem Abschnitt beschrieben werden, sind durchweg mechanische Uhren mit Pendel oder Unruh, Gewicht oder Zugfeder, bei denen der Aufzug elektrisch anstatt manuell erfolgt. Es existieren sogar einige Systeme, die man an bereits vorhandene mechanische Uhren anbringen kann.

Der Aufzug erfolgt entweder durch einen elektrischen Motor (der bei jedem Kontakt viele Windungen des Gewichtes oder der Feder aufzieht) (Abb. 7) oder mit einem Elektromagneten, der das Uhrwerk in vielen kleinen Portionen über ein Sperrrad und eine Klinke aufzieht. In beiden Fällen ist aber das Endergebnis dasselbe.

Einige Uhren werden in kürzeren Intervallen aufgezogen (einmal pro Minute bei David Perret) oder in längeren wie bei Turmuhren. Einige Uhren haben eine Gangreserve für den Fall eines Stromausfalls, andere laufen nur in der Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Aufzugsbewegungen (z.B. das kleine "Reform" Werk, in großer Stückzahl hergestellt und sehr bekannt).

Die Gangreserve wird durch ein Gewicht oder eine Feder erreicht, die durch häufiges Aufziehen in kurzen Intervallen mehr oder weniger voll aufgezogen gehalten wird. Das Uhrwerk kann dann auch während eines Stromausfalles mit der Gesamtlänge der

Feder oder der Gewichtsauflösung gehen. Der vollständige Aufzug erfolgt automatisch, wenn der Strom wieder eingeschaltet wird. In dieser Uhrenkategorie wird ein System benötigt, das den Aufzug im richtigen Moment an- bzw. abschaltet. In den Moser-Baer und vielen anderen Uhren, die einen relativ starken Motor für den Aufzug benutzen, erfolgt dies durch einen Kontakt, der mit einer gleitenden Schraube verbunden ist, die auf dem Federhaus fixiert ist. Bei einigen gewichtgetriebenen Uhren wird der Kontakt durch das Gewicht selbst geschaltet, wenn sich dieses nach oben bzw. unten bewegt. In Zenith-Uhren und anderen Uhren, die mit einem schwachen Motor, wie z.B. mit einem Ferraris-Motor (gleich wie in den meisten Strom-Zählern) ausgerüstet sind, wird der Strom nicht unterbrochen, da dies unnötig ist für die geringe Leistung von 2 Watt. Das Aufzugsrad wird vielmehr durch einen Filzüberzogenen Hebel gestoppt, der nach demselben Prinzip wie oben konstruiert ist. Das Ergebnis ist ein - in kurzen Intervallen von 2-3s - fast kontinuierliches Aufziehen. Der Motor läuft nur nach einer Stromunterbrechung für eine längere Zeit.

Eine sehr seltene Besonderheit ist die O'Keenan Uhr aus Paris, in der sich der Motor kontinuierlich bewegt: seine Geschwindigkeit wird durch die Hemmung über einer Speicherfeder selbst geregelt, so dass permanent die notwendige Energie an das Uhrwerk abgegeben wird.

Natürlich muss in allen diesen Uhren der Aufzug so konzipiert sein, dass der Energiefluss bis zur Hemmung nicht während des Aufziehens unterbrochen wird. Dies ist ein altes - in der Uhrenkunde wohl bekanntes - Problem, besonders in Präzisions- und Turmuhren. Bei Turmuhren wird häufig eine endlose, sogenannte Huyghens'sche Kette benutzt, um alte Werke zu elektrifizieren. Durch Hinzufügen einer magnetischen Synchronisation des Pendels durch eine funkgesteuerte Uhr können antike Turmuhrwerke modernisiert werden, ohne irgendwelche nicht rückgängig zu machende Änderungen - ein äusserst wichtiges Konzept in der Restaurierung.

## **DIREKTER MECHANISCHER IMPULS AUF DAS PENDEL**

Zu dieser Klasse gehören alle Uhren, in denen die Schwingung des Pendels durch direkte mechanische (im Unterschied zu elektromagnetischen) Impulse aufrecht erhalten wird; ausgeschlossen davon ist natürlich der mechanische Impuls durch eine Hemmung, wie üblich in mechanischen Uhren. Etwas populärer ausgedrückt könnten wir sagen, dass diese Uhren von Zeit zu Zeit einen kleinen "Stups" erhalten. Britische Uhrmacher sind die Könige in dieser Technologie mit vielen Beispielen von hoher Qualität (z.B. Synchronome/Shortt, ECS/STC, Gent/Pulsynetic, Gillett und Johnston, Telephone Rentals/Princeps). Uhren, die auf dem Kontinent nach dem gleichen Prinzip hergestellt wurden, sind weniger bekannt.

Bevor wir aber einige von ihnen genauer untersuchen, sollten wir erwähnen, dass der Impuls auf drei verschiedene Arten gegeben werden kann:

- durch die Schwerkraft (mit elektromagnetischem Wiederanheben eines Schwerkraft-Armes). Dieses ist die beste Lösung, da sie eine konstante Energiezufuhr ermöglicht. (Synchronome, etc.),

- durch eine Feder, die durch einen Elektromagneten vorgespannt und über ein Sperrrad entspannt wird (Froment dürfte wohl beides genutzt haben, Schwerkraft und Feder, aber das geht aus der bekannten Literatur nicht klar hervor),
- durch einen Hebel, der direkt durch einen Elektromagneten bewegt wird.

In der ersten Gruppe ist die Hauptvertreterin natürlich die Synchronome von F. Hope-Jones, eine bestechend einfache Uhr, die hervorragende chronometrische Ergebnisse durch minimale mechanische Beeinflussung des Pendels (nur ein einziges Rad) ergibt.

In dieser Uhr trägt das Pendel einen dünnen Arm mit einer Steinpalette, die das Rad mit seinen 15 Zähnen Zahn um Zahn weiterzieht. Einmal pro Umdrehung (alle 30 s) löst das Rad den Schwerkraft-Arm aus, der auf die abgeschrägte Antriebsstange am Pendel fällt. Durch das Fallen des Arms auf die Schräge der Stange erhält das Pendel zum geeigneten Zeitpunkt die notwendige Energie. Am Ende seiner Abwärtsbewegung berührt der Schwerkraft-Arm den elektrischen Kontakt auf dem Anker des Elektromagneten, der Anker wird angezogen und schlägt den Schwerkraft-Arm in seine obere Position zurück. Eine oder mehrere Nebenuhren, die alle 30 s einen Impuls erhalten (incl. dem Hauptzifferblatt in der Gehäusetür der Synchronome selbst), können im gleichen Schaltkreis hintereinander geschaltet werden.

Die Shortt Uhr stammt von der Synchronome ab und war die höchstentwickelte Präzisionsuhr vor Entstehung der Quarz-Oszillatoren. Sie besteht aus zwei Uhren, einer Hauptuhr unter Vakuum mit einem fast freien Pendel, und einer synchronisierten "Slave"-Uhr (eigentlich eine modifizierte Synchronome), die alle notwendigen beweglichen Teile enthält und alle Störeinflüsse absorbiert, sodass sie die Ganggenauigkeit der Hauptuhr nicht mehr negativ beeinflussen können.

In der zweiten Kategorie möchten wir gerne die von dem Deutschen W. Zeh hergestellte Uhr (Pega) erwähnen, ein Versuch im Jahre 1928 eine Präzisionsuhr für die Allgemeinheit zu konzipieren mit der Möglichkeit, eine oder zwei Nebenuhren zuhause zu betreiben, jedoch unter Verwendung eines kurzen Pendels. Ein aus einer flachen Feder bestehender Arm wurde durch einen Elektromagneten gespannt, der auch das Minutenrad treibt. Die Feder wird jede Minute entspannt, um durch eine Nadel einen Impuls an das Pendel zu geben. Die Nadel lehnt sich an einen am Pendel befestigten Arm an, der einen Stein trägt. Kritik an diesem System wurde laut, mit der Begründung, die Ausdehnung der Nadel würde die erwartete Genauigkeit der Uhr reduzieren.

In der dritten Kategorie können wir mindestens zwei große Namen vorstellen: Professor Aron (besser bekannt durch sein späteres Aufzugsystem, genutzt durch die Firma Heliowatt), und Campiche aus Genf, dessen Uhren unter Sammlern sehr geschätzt sind. In Aron's Patent von 1884 überträgt ein Elektromagnet, der einen Arm bewegt, einen Impuls über die Gabel auf den Pendelstab. Die Gabel bewegt gleichzeitig das Minutenrad über eine Klinke. Das Werk ist wieder einmal "nur" ein Impulszähler.

In Campiche's Uhr - eine weitere Einzelraduhr - gibt ein Elektromagnet einmal

pro Minute durch einen elastischen Hebel einen kleinen Stoss auf die Pendelstange. Eine am Pendel befestigte Klinke greift in ein "Zählrad" mit 30 Zähnen ein, das einen Sekundenzeiger trägt und eine Umdrehung pro Minute ausführt. Das Rad trägt ausserdem einen Stift, der einmal pro Umdrehung des Rades den Stromkreis zwischen zwei Kontaktfedern schliesst. Dadurch erhalten sowohl der Elektromagnet als auch der Stromkreis der Nebenuhren einen Stromimpuls. Eine der Nebenuhren dient als Haupt-Zifferblatt an der Gehäusetür.

Der Vorteil aller dieser Uhren ist ihre grosse Einfachheit, und Einfachheit bedeutet Minimierung von Störeinflüssen, sie verbessert im Prinzip die Genauigkeit und reduziert die Wartung.

## NEBENUHREN

Nebenuhren sind keine selbständigen Uhren, sondern abhängige Instrumente, die Impulse von der Hauptuhr erhalten. Sie zählen diese, um Minuten und Stunden auf dem Zifferblatt anzuzeigen. Sie könnten niemals alleine die Zeit angeben, und zahlreiche Amateure, die das nicht wussten, haben bereits schlechte Geschäfte auf Flohmärkten gemacht! Sie benötigen eine Hauptuhr, die im Allgemeinen jede Sekunde einen Impuls gibt (hochpräzise Uhren), oder alle 30 s (typischerweise in Frankreich und Großbritannien) oder jede Minute (Deutschland und Schweiz).

Die Hauptuhr-Funktion ist unabhängig vom Uhrentyp und alle oben beschriebenen Konstruktionen können diese Rolle spielen, die notwendigen Kontakte vorausgesetzt. Sogar eine rein mechanische Uhr kann die Funktion einer Hauptuhr ausüben, wenn sie mit den passenden Kontakten ausgerüstet ist.

Abgesehen von verschiedenen Impuls-Intervallen (z.B. ob sie 1 s, 30 s oder 1 Minute betragen) können die Nebenuhren in zwei grosse Familien unterteilt werden: polarisierte und nicht-polarisierte. Polarisierte Uhren, die hauptsächlich in Deutschland, Frankreich und der Schweiz gebräuchlich sind, benötigen abwechselnd einen positiven und einen negativen Impuls (normalerweise Niederspannung).

Der Grundgedanke hinter der polarisierten Nebenuhr ist, ungewollte Sprünge der Zeiger zu vermeiden, die aufgrund eines prellenden Kontakts oder äusserer Störeinflüsse entstehen. Dies erfordert ein spezielles System - einen Polaritätswender oder Umschalter - in der Hauptuhr, natürlich keine einfache Konstruktion. Nicht-Polarisierte Uhren empfangen den Impuls immer in der gleichen Stromrichtung. Das bedeutet Einfachheit, aber erfordert einen gut gebauten Kontakt. Diese Uhren gibt es typischerweise in Großbritannien, weniger anderswo, ausser zu Beginn der elektrischen Uhrentechnik (z.B. Campiche um 1900).

Die Konstruktionsdetails sind sehr unterschiedlich und mehr oder weniger geräuschvoll, aber die meisten, wenn nicht alle von ihnen, benutzen einen Elektromagneten, ein Gesperr und ein traditionelles Räderwerk.

Die Uhren der Schweizerischen Eisenbahngesellschaft (SBB), hergestellt von Favag, verdienen eine besondere Erwähnung. Sie haben einen Sekundenzeiger, der jede

Minute für ca. 2 s anhält. Aus Gründen der Vereinfachung und möglicher Kostensenkung waren sie tatsächlich ein Versuch, Nebenuhren mit Sekundenzeigern herzustellen, die von der Hauptuhr nur über Minutenimpulse gesteuert werden. Es gibt in diesen Uhren in der Tat zwei verschiedene, koaxial angeordnete Werke: eine normale Minuten-Nebenuhr und ein synchrones Laufwerk für den Sekundenzeiger, das bei jedem Umlauf nach 58 s gestoppt wird. Durch den Impuls des Minutenkontakts der Hauptuhr wird es für den nächsten Umlauf wieder freigegeben.

Es gibt sehr grosse Nebenuhren für Türme und Kirchen, an die spezielle Anforderungen gestellt werden, wie z.B. hohes Gewicht der Zeiger; Vögel; die sie als Sitzstange nutzen; Wind etc.

Favag baute ein sehr grosses System mit einem starken 220V Motor, der über eine übliche Nebenuhr gesteuert wurde, die als Relais benutzt wurde. Gent baute ein System, genannt "Waiting-Train" für kleinere und größere Türme. Es hat ein ungewöhnlich schweres Pendel, das als Kraft-Reserve dient, um die schweren Zeiger zu betreiben. Dieses Pendel hat keine Zeitgeberfunktion. Es wird durch ein Hipp-Toggle System gesteuert. Das Pendel schwingt geringfügig zu schnell und treibt über eine Klinke ein Schaltrad an bis zu einer Stelle, an der ein Zahn durch einen Hebelarm teilweise verdeckt wird. Dadurch wird die weitere Bewegung des Rades gestoppt, es "wartet", bis der Hebelarm durch den Anker eines Elektromagneten nach dem Empfang eines Impulses von der Hauptuhr angehoben und damit der verdeckte Zahn freigegeben wird. Dieser Vorgang wiederholt sich nach jeder Umdrehung des Schaltrades, d.h. alle 30 Sekunden.

Bevor wir nun mit dem nächsten Kapitel fortfahren, sollten wir noch etwas über Schiffsuhren sagen (beides: Haupt- und Nebenuhren), die derart gebaut sind, dass ihre Zeiger vorwärts und rückwärts bewegt werden können, um den Wechsel der Zeitzonen auszugleichen.

### SYNCHRONUHREN

Auch hier können wir fragen: sind sie wirklich Uhren? Auf die gleiche Art wie die meisten Nebenuhren Impulsmesser sind, sind Synchronuhren in der Tat Frequenzmesser. Sie bestehen aus einem kleinen Synchronmotor, der sich mit einer Geschwindigkeit dreht, die von der Frequenz des öffentlichen Stromnetzes bestimmt wird. Durch die Kombination mit einem Räderwerk sind sie in der Lage, Sekunden, Minuten und Stunden auf einem Zifferblatt anzuzeigen.

Die "conditio sine qua non" ("Bedingung, ob oder ob nicht") ist, dass die Netzspannung eine absolut stabile und präzise Frequenz liefern muss, was heutzutage der Fall ist. Der Grund dafür liegt aber nicht darin, den Besitzern dieser Uhren eine Freude zu machen, sondern weil die exakte Netzfrequenz für die Verbindung elektrischer Netzwerke unentbehrlich ist. Bitte nicht vergessen, dass die Frequenz in Europa 50 Hz beträgt und in Amerika 60 Hz. Eine amerikanische Synchronuhr wird daher in Europa erheblich nachgehen, an welche Netzspannung sie auch immer angeschlossen wird. Ein Transformator löst das Problem nicht, entweder muss der Motor oder das Räderwerk geändert werden. Abgesehen von diesen Aspekten und unzähligen

Konstruktionsunterschieden kann man die Synchronuhren in zwei Gruppen unterteilen:

- Die Selbst-startenden, die anhalten, wenn der Strom unterbrochen wird und wieder anlaufen, wenn die Stromversorgung wieder hergestellt ist, d.h. derartige Uhren laufen wieder, zeigen aber die falsche Zeit. Ihre Befürworter sagen, dass Unterbrechungen im Allgemeinen nur kurz sind und dass eine ungefähre Zeit besser ist als gar keine Zeit, während die Gegner sagen, dass es eine Illusion sei, die Zeit zu kennen, wenn sie falsch ist, und dass es besser sei zu wissen, dass man sie nicht weiss...
- Die Uhren mit manuellem Start. Diese bleiben ebenfalls stehen, wenn der Strom unterbrochen wird, aber sie starten nicht wieder von selbst. Es ist daher notwendig, diese Uhren von Hand mit Hilfe eines Knopfes oder Hebels zu starten. Selbstverständlich würde man diese Uhren bei dieser Gelegenheit auch wieder auf korrekte Zeit einstellen.

Argumente wie diese gingen für einige Zeit hin und her, aber heutzutage haben Quarzuhren und Radiowecker jedermann zu einer Meinung zusammengeführt!

Um die Mitte des 20. Jh. bauten Synchronuhren-Hersteller viele "mysteriöse" Uhren, d.h. Uhren, deren Zeigerantrieb unsichtbar oder jedenfalls nicht sofort sichtbar ist.

## **SPEZIELLE UND ANEKDOTISCHE KONSTRUKTIONEN**

Trotz der Vielzahl unterschiedlicher Arbeitsprinzipien und konstruktionsbedingter Formgebungen waren einige Spezialisten elektrischer Uhren nicht zufrieden und hielten es für notwendig, wirklich originelle, zusätzliche Konstruktionen zu bauen, manchmal sind sie interessant, manchmal eher amüsant.

Beginnen wir mit einem Genie, Martin Fischer aus Zürich, der 1899 das Magneta System kreierte (später Inducta genannt, nachdem seine Firma von Landis & Gyr, Zug, übernommen wurde.).

Martin Fischers Slogan war: "Elektrische Uhren ohne Batterie und ohne Kontakt." Dies zeigt sehr genau die Probleme in dieser Zeit. Batterien waren unzuverlässig und brauchten einen großen Pflegeaufwand; sie konnten nicht einfach im nächsten Supermarkt gekauft werden! Schaltkontakte verbrannten und oxidierten, da Methoden zur Vermeidung von Funkenbildung noch nicht bekannt waren (die gab es erst einige Zeit später in Form eines Widerstandes in Reihe mit einem Kondensator). Fünfzig Jahre früher beschrieb Wheatstone als Erster eine Uhr mit magneto-elektrischer Induktion. Wheatstone's Uhr war ein Fehlschlag, weil er das Pendel sowohl als Induktor als auch als Oszillator benutzte.

Fischers Idee bestand darin, eine mechanische Uhr zu konstruieren und sie mit einem getrennten und exakt gebauten magneto-elektrischen Generator zu kombinieren. Dieser Generator wurde durch ein separates Räderwerk angetrieben, das durch die sonst konventionell gebaute Uhr ausgelöst wurde.

Jede Minute gab der Induktor einen kurzen Stromimpuls (2-3/100 einer Sekunde, die Polarität jedes Mal wechselnd) in ein Netzwerk von Nebenuhren. Nur das Netzwerk ist übrigens elektrisch, nicht unbedingt die Hauptuhr. Die ersten Uhren mussten von Hand aufgezogen werden, später wurden sie ebenfalls mit einem Aufzugsmotor ausgerüstet. Die Konstruktion ist relativ schwer, da der Induktor innerhalb sehr kurzer Zeit eine sehr starke Kraft benötigt, um ausreichend Strom zu produzieren. Die Nebenuhren waren auch sehr speziell, da sie auf extrem kurze Stromimpulse reagieren mussten. Dies wurde durch eine Speicher-Feder zwischen dem Elektromagneten und dem Gesperr erreicht. Wichtiger Hinweis für Sammler: alle Uhren mit dem Namen Magneta (außer den britischen, die vom Typ Hipp sind) wurden auf diese Art gebaut, aber nicht alle Inducta Uhren, trotz des irreführenden Markennamens. Später baute Landis & Gyr zwei Klassen von Uhren gleichzeitig unter dem gleichen Namen in ähnlichen Gehäusen: Induktor-Uhren und gewöhnliche Uhren mit Motor-Aufzug und Kontakten.

Am anderen Ende ausgefallener, genialer Konstruktionen sollte das bekannte Jamin-Zenith Patent (1922) genannt werden, ein "Zuckerstück" für Sammler, aber vielleicht nicht das praktischste Zeitmessinstrument.

Es handelt sich um eine Uhr, in der das Pendel durch einen mechanischen Impuls in Bewegung gehalten wird - wir hätten sie in die entsprechende Klasse einreihen können, aber sie ist so speziell, dass wir es vorgezogen haben, sie getrennt zu klassifizieren: Das Besondere an ihr ist, dass der Impuls weder durch Schwerkraft, einen Elektromagneten oder eine Feder gegeben wird, sondern durch die Ausdehnung und Kontraktion eines erhitzten Drahtes. Jedesmal wenn der Draht auskühlt (einmal pro Schwingung), bekommt das Pendel einen kleinen Stoss. Es gibt Varianten mit und ohne Stromreserve. Es bedarf eigentlich keiner besonderen Erwähnung, dass diese Uhren voller unerwarteter "Launen" sind, und dass die richtige Drahtqualität heute kaum noch gefunden werden kann.

Zu diesem Abschnitt über thermische Antriebe können wir auch die Pneuora von Junghans hinzufügen. Es ist eine mechanische Uhr, die durch in einem Kolben komprimierte Luft aufgezogen wird. Die Luft expandiert bei Aufheizung durch eine spezielle Fadenlampe, die durch Elektrizität dank eines im Gehwerk platzierten Kontaktes erhitzt wird. Somit erfolgt die Übertragung zwischen dem "Motor" und der Uhr durch Luftausdehnung in einem Zylinder. Nebenuhren werden auf die gleiche Weise gesteuert.

Eine andere Uhr mit thermischem Motor ist die PUJA, hergestellt von Karl Jauch in Schwenningen, Schwarzwald. Sie besteht aus zwei Paar Röhren, die mit Alkohol gefüllt sind. Eine dieser Röhren wird von unten erhitzt, so dass der Alkohol in die obere Röhre oberhalb des Schwerpunkts fließt. Dadurch beginnt sich das System zu drehen und zieht so die Feder eines traditionellen mechanischen Gehwerkes auf.

## SIGNALSYSTEME

Wir verlassen jetzt die Grundfunktion der Uhr - Anzeige der Zeit auf visuellem Weg - und untersuchen die akustische Signalisierung der Zeit, hauptsächlich in Fabriken und Schulen. Das kann gewöhnlich erreicht werden dank eines zusätzlichen

Kontaktmoduls, das in eine Uhr - gleich welcher Art - eingebaut wird. Meistens besteht es aus einer oder mehreren Scheiben, die eine Umdrehung in 24 Stunden ausführen. Sie haben Bohrungen für kleine Stifte in Intervallen von 1 oder 5 Minuten. Diese Stifte schliessen zum gewünschten Zeitpunkt einen Kontakt, z.B. zum Betrieb einer Glocke. Das System kann durch ein Wochenprogramm oder eine Anpassung der Signaldauer erweitert werden.

Als Erweiterung von Synchronuhren werden diese Systeme auch genutzt, um Lampen oder ein Radio zu schalten, oder in Hotels, um den Empfang an das rechtzeitige Wecken der Gäste zu erinnern .

## SCHLAGWERKE

Schlagwerke sind in elektrischen Uhren selten und kommen meistens in aufziehbaren Uhren vor. Sie gleichen dann mechanischen Schlagwerken. Sie kommen ebenfalls in Uhren mit elektromagnetischen Impulsen vor (Bulle-Clock, ATO, etc.), sind aber viel seltener. Bei ATO werden die Schlagwerk-Hämmer durch einen Elektromagneten bewegt, aber das Zählen wird in der herkömmlichen Art durchgeführt - wie in mechanischen Uhren.

## LITERATUR- UND QUELLENANGABEN

Es ist hier nicht notwendig, eine ausführliche Bibliographie anzugeben. Die meisten Bücher sind nur noch selten verfügbar und daher sehr teuer. Sie finden sich in erster Linie in den Privatbibliotheken enthusiastischer Spezialisten. Bis jetzt wurde kein Buch aus historischer Sicht speziell für Amateure geschrieben.

Mehr Information und Links findet man auf der Internetseite des Autors:  
[www.mypage.bluewin.ch/electric-clocks](http://www.mypage.bluewin.ch/electric-clocks)