

Dreisprachig Deutsch/[English](#)/[Français](#)

Siehe auch ["clocks for sale" \(Uhren zu verkaufen\)](#)

Elektrische Grossuhren

[Electric clocks](#) - [Horloges électriques](#)

Von Michel Viredaz

viredazepal@bluewin.ch

Deutsche Übersetzung von Christa Nehls unter Mitwirkung von Felix Closs

Der folgende Text ist eine revidierte Version eines französischen Artikels, der in Chronométrophilia No 51 publiziert wurde (Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft für die Geschichte der Zeitmessung: [Vollständiger Index aller Bulletins steht hier zur Verfügung](#)).

Dieser Text enthält sechs animierten Bildern von J.E. Bosschietter (Nach den Abbildungen Nr. [5](#), [12](#), [13](#), [19](#), [20](#) und [25](#)). Wenn Sie zum ersten Mal eine Animation betrachten möchten, so müssen Sie vorerst die Software "Macromedia Shockwave®" vom Netz herunterladen. Danach dauert der Vorgang etwa 20 – 30 Sekunden. Benützen Sie die Schaltfläche "Zurück" Ihres Browsers, um zum Text zurückzukehren.

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 sind als rein mechanische Uhren.

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 Uhrenkunde, Klasse B den Gehäusen und Klasse C den Spezialmaschinen und –Werkzeugen zugeordnet ist, gibt es nicht weniger als 4 (!) Klassen für die elektrische Uhrenkunde:

- **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“ ([Abb. 1](#)). 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 ...).

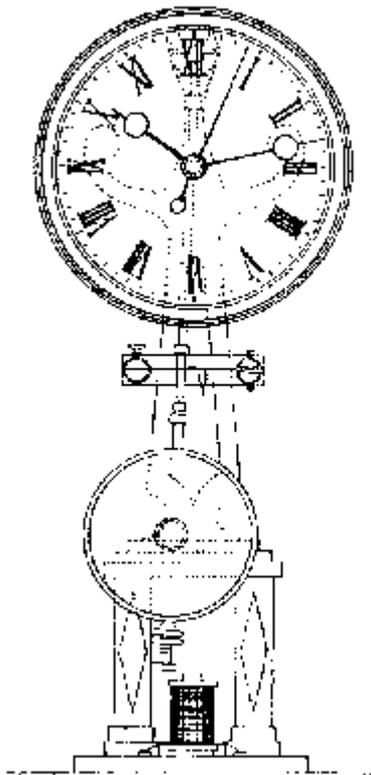


Abb. 1: Schema einer Hipp Uhr mit 1/2 s Pendel aus der 2. Hälfte des 19. Jh. In der Mitte des Pendels kann man den Kontakt sehen und den Elektromagnet unmittelbar darunter. Diese Uhren gibt es mit oder ohne Hauptuhrfunktion.

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 1927 Favag S.A.. Im Jahr 1932 wurde Favag von der Firma Hasler aus Bern gekauft, 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 ([Abb. 2](#) und [3](#)).



Abb. 2: Hipp's Sekunden-Pendeluhr signiert mit Favarger & Cie, um 1910. Das Zifferblatt ist ein Zähler für die Pendelschwingungen, verbunden mit dem Pendel durch eine Gabel und eine Klinke.



Abb. 3: Detail des Elektromagnets unter dem Pendel einer Favag 2/3s Uhr.

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 ([Abb. 4](#)).



Abb. 4: *Bulle-Clock der ersten Periode, um 1920, immer noch signiert mit MFB (für Maurice Favre-Bulle), der diese entwickelte. Sein Markenzeichen stammt von seinem Namen (er war Franzose, aber Favre-Bulle ist ein typischer Name aus dem Schweizer Jura) und hat nichts mit dem Englischen Wort "Bull" zu tun. Die Spule – fixiert am Pendel – und der Permanentmagnet am Gehäuse sind deutlich sichtbar. Der Kontakt (Silbernadel) an der Pendelstange liegt hinter dem Gehwerk. Die Firma bestand bis zum Tode des Gründers im Jahre 1955.*

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. Hippi's 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 ([Abb. 5](#)).

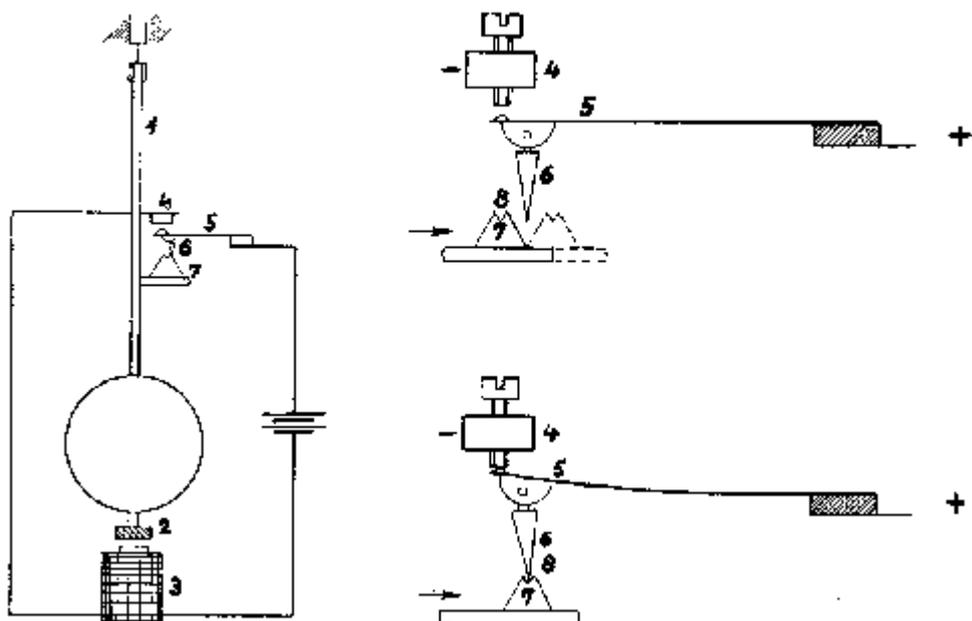


Abb. 5: Der Hipp Kontakt. Auf der linken Seite die Übersichtsabbildung, auf der rechten Seite, die Funktionsweise. Solange der Pendelausschlag ausreichend ist, gleitet die Palette hin und her über den gekerbten Stein. Sinkt die Schwingungsamplitude allerdings auf einen bestimmten Grenzwert, fällt die Palette in die Kerbe und hebt die Kontaktfeder an. In diesem Moment fließt Strom durch die Spule und gibt einen Impuls an das Pendel, ausreichend für die nächsten 30-120 Schwingungen.



[Animation einer Hipp'schen Uhr.](#)

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 wohlbekannten, 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 ([Abb. 6](#)).

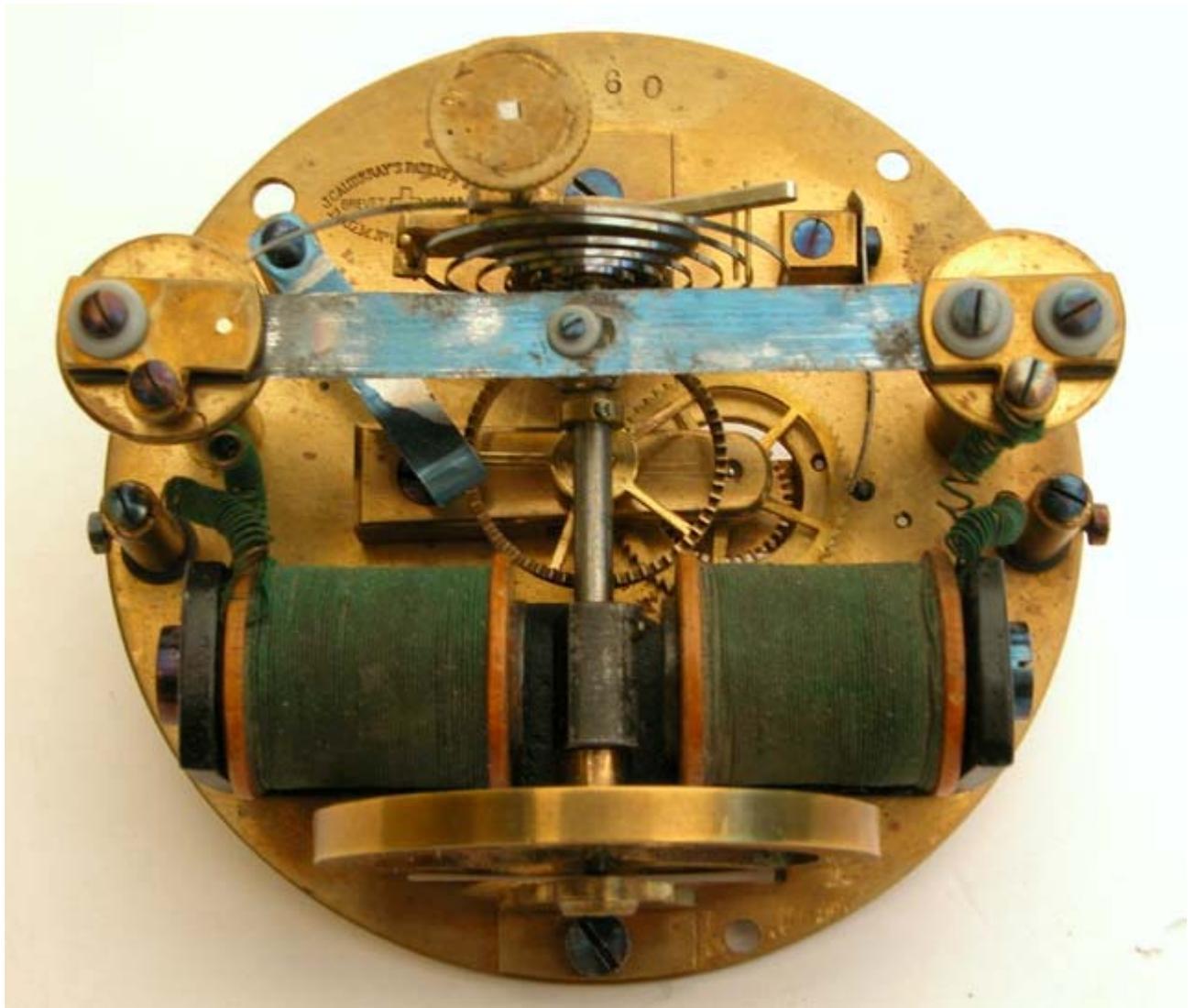


Abb. 6: *Cauderay's Uhrwerk, Ende des 19. Jh. Der Elektromagnet zieht einen Anker an, der am Stab eines Dreh-Pendels angebracht ist; die Konstruktion des Kontakts wurde von der Hipp-Toggle Idee abgeleitet.*

Abschliessend stellen wir fest, dass die Entwicklung der Zeitgeber, die auf dem Prinzip des Magnetimpulses basiert, sich beschleunigte, als der Transistor den elektromechanischen 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 ([Fig. 8](#)).

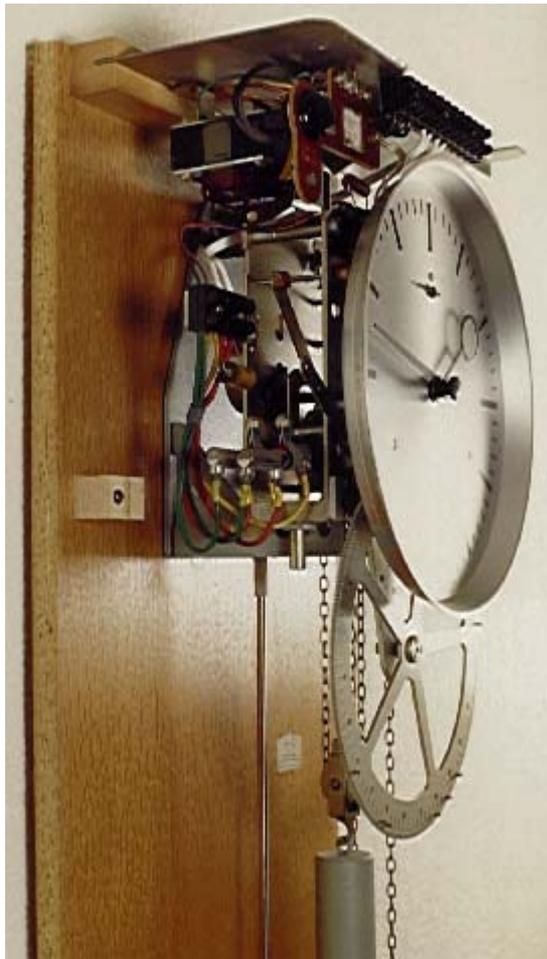


Abb. 7: Bürk Uhr aus dem Schwarzwald, ca. 1960. Ein kleiner Motor, geschaltet durch einen Quecksilberkontakt, sorgt für den Aufzug.



Abb. 8: Eine EZ (Elektro-Zeit, später T&N = Telefonbau & Normalzeit) Uhr aus den 30er Jahren des 20. Jh. Im Gegensatz zum herkömmlichen Klinken- und Sperrad-Aufzugssystem, das in vielen elektrisch aufgezogenen

Uhren zu finden ist. Das das elektromagnetische System in den EZ Systemen besteht aus einem zweipoligen Anker, welcher so gestaltet ist, dass er sich über ca. 25° in das magnetische Feld dreht wenn der Kontakt geschlossen wird. Er gibt diese Rotationsenergie über die Oberfläche des Kontaktes auf ein großes Schwungrad, das ein kleines Gewicht aufzieht, welches genügt, um die Uhr für einige Minuten anzutreiben, bis der Ablauf sich wiederholt. Dieser elektromagnetische „Aufzugsmotor“ ist eine eigenständige Einheit, von der auch das Pendel herunterhängt. Diese Einheit ist getrennt vom Räderwerk (nicht auf dem Bild), welches die Pendelschläge zählt und die Zeit auf dem Zifferblatt darstellt. Diese zwei Einheiten sind miteinander über einer Schraubenfeder verbunden. Die gezeigte Uhr hat eigentlich zwei Räderwerke, die über ein Differential verbunden sind, eines für die Zeitangabe und eines für den Nebenuhrenkontakt, der sich einmal pro Minute um eine halbe Umdrehung dreht und gleichzeitig die Polarität umkehrt.

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) ([Abb. 9](#)).



Abb. 9: *Kleine Schweizer Reiseuhr (Cosmos), welche die billige Version des Reform-Werkes nutzt, basierend auf Patenten von 1928 und 1929. Sie hat eine kurze Feder, die eine Reserve von ca. drei Minuten ergibt. Wenn die Reserve der Feder fast aufgebraucht ist, schließt ein kleiner Arm den Kontakt, und der Elektromagnet stösst einen Arm an, an dessen Enden zwei Kugeln befestigt sind. Der Schwung des Arms zieht die Feder erneut über ein Sperrrad auf und unterbricht gleichzeitig den Kontakt. Dieses Werk findet man häufiger in einer Ausführung hoher Qualität mit 15 Steinen und Breguet-Spirale.*

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 Gewichtsaufhängung 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 ([Abb. 10](#) und [11](#)).



Abb. 10: Wanduhr Ferramo mit Unruh Antrieb, hergestellt durch T. Baeurle & Söhne, Sankt Georgen, Schwarzwald, sie nutzt einen Ferraris Motor für den Aufzug. Der Hauptvorteil dieses Motors ist, dass er leise ist, eine Eigenschaft, die nicht alle elektrischen Uhren für sich beanspruchen können!



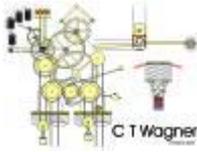
Abb. 11: Präzisionsuhr mit schwerem Sekundenpendel, Zenith. Das Werk wird durch das Gewicht angetrieben. Die Aufzugs-Einheit - basierend auf einem Ferraris Motor - ist getrennt und unter dem Werk platziert. Sie läuft an, sobald das Gewicht nur wenige Millimeter abgelaufen ist. Dadurch wird eine Gangreserve von mehreren Stunden sichergestellt. Das Werk ist konventionell, aber in hervorragender Qualität gefertigt. Es hat eine Grahamhemmung mit Steinpaletten. Die gleiche Uhr gibt es auch in einer Ausführung mit Handaufzug.

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 ([Abb. 12](#)).



Abb. 12: O'Keenan Uhr, Paris, ca. 1905. Sie hat einen besonderen kleinen Motor, bekannt unter dem Namen "OK", der auch in Gaszählern häufig verwendet wird. Er dreht sich beständig, um eine Speicherfeder aufzuziehen, die wiederum ein konventionelles Uhrwerk antreibt. Die Hemmung hält den Motor auf einer solchen Geschwindigkeit, dass er nie angehalten werden muss.

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 funkkgesteuerte Uhr können antike Turmuhrwerke modernisiert werden, ohne irgendwelche nicht rückgängig zu machende Änderungen - ein äusserst wichtiges Konzept in der Restaurierung.



Animation einer Aufzuguhr von Wagner.

Die Animation zeigt eine Uhr von C.-T. Wagner aus Deutschland. Die Uhr wird durch zwei Gewichte angetrieben, eines für das Gehwerk, eines für die Kontakte. Sie werden jede Minute auf die exakte Höhe durch einen „Z“-förmigen Elektromagneten aufgezogen. Eine genauere Beschreibung ist getrennt zu erhalten (nur auf Englisch).

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 (Abb. 13), eine bestechend einfache Uhr, die hervorragende chronometrische Ergebnisse durch minimale mechanische Beeinflussung des Pendels (nur ein einziges Rad) ergibt.

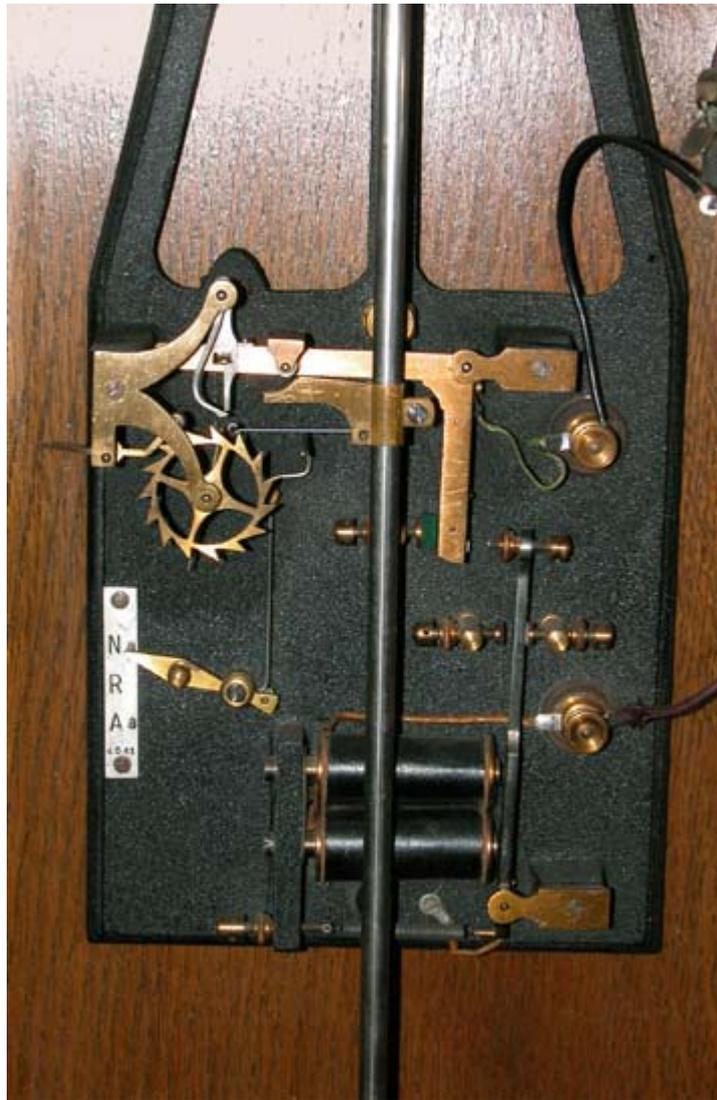
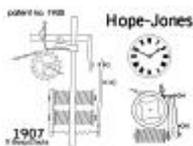


Abb. 13: *Klassische Synchronome aus den 40er Jahren des 20. Jh. Mit nur kleinen Veränderungen seit Beginn des Jahrhunderts hergestellt. Deutlich sichtbar ist das einzige Rad, das durch einen dünnen Arm mit einer Steinpalette weiterschaltet wird. Dieser Arm ist an der Pendelstange befestigt. Sichtbar sind auch der Schwerkraft-Arm und die abgeschrägte Antriebsstange am Pendel, auf die der Schwerkraft-Arm fällt, bevor er durch den Elektromagneten wieder hochgeschlagen wird. Ein nicht polarisiertes Nebenuhrwerk in der Gehäusetür dient als Hauptzifferblatt.*



[Animation einer Synchronome](#)

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 ([Abb. 14](#)). 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.



Abb. 14: Rückseitige Ansicht des Uhrwerks, hergestellt ca. 1928 von W. Zeh, Freiburg im Breisgau, hier auf einem Bergeon Support für die Aufnahme platziert. Man kann den aus einer Federklinge bestehenden Hebel sehen sowie die Nadel, die auf den am Pendel befestigten Arm drückt. Der Elektromagnet ist innen im Werk und somit nicht sichtbar. Er transportiert ein Sperrrad in genau dem Moment vorwärts, in dem er die Feder spannt.

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 Impulzzähler ([Abb. 15](#)).

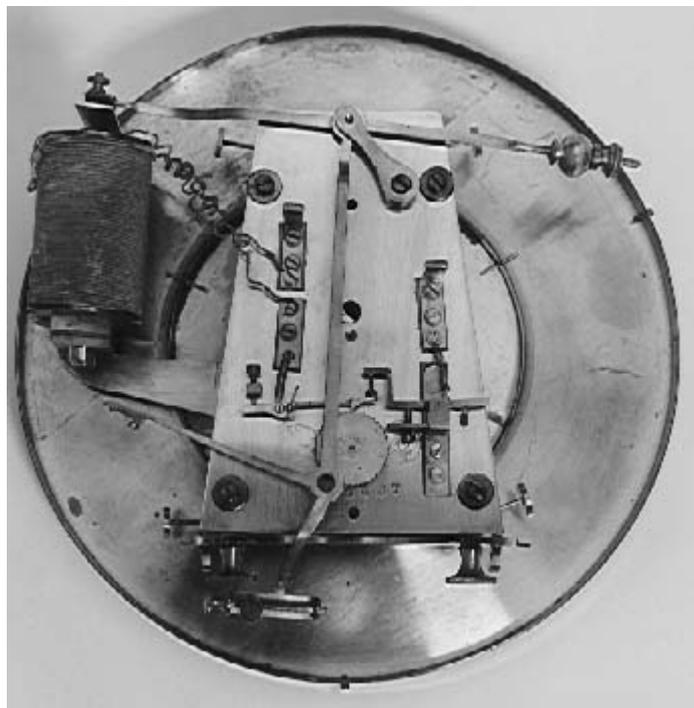


Abb. 15: Aron Werk von 1884, signiert von G. Becker, Freiburg in Schlesien. Der Elektromagnet ist links und wirkt auf das Pendel durch einen Arm, wenn der Kontakt schliesst. Der Arm ist mit dem Pendel verbunden und trägt eine Klinke, die in das Sperrrad einhakt. Interessanterweise hat das Zifferblatt ein untergeordnetes Minuten-Zifferblatt, das in Anzahl von Schwingungen (80) eingeteilt ist und nicht in Sekunden.

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.
([Abb. 16](#)).



Fig. 16: Campiche.

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) ([Abb. 17](#), [18](#) und [19](#)).

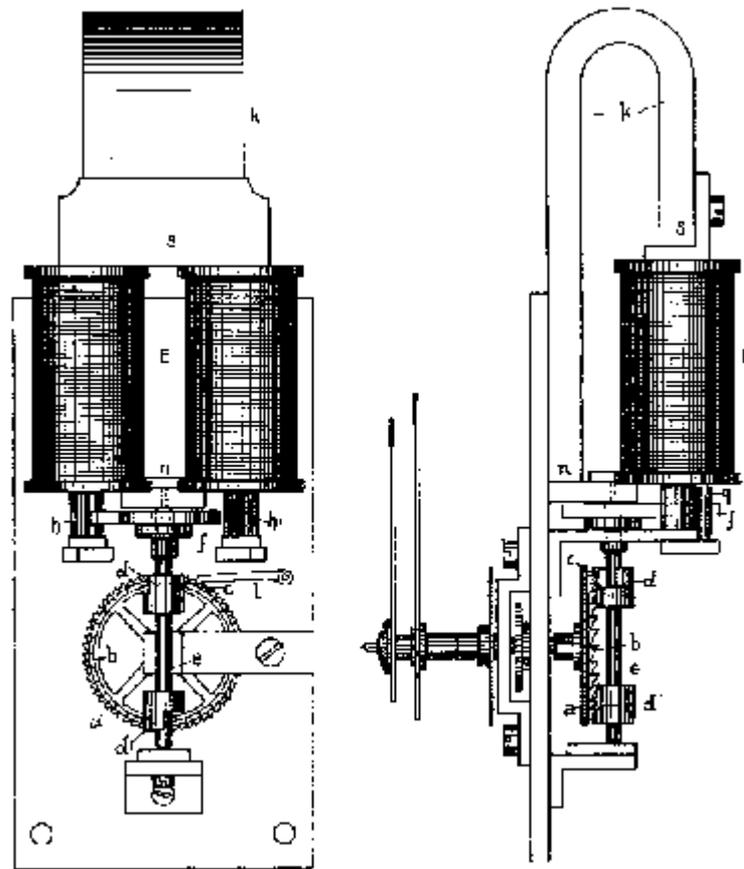


Abb. 17: Nebenuhr von M. Hipp. Ihr Anker ist polarisiert und schwingt von einer Seite zur anderen als Reaktion auf Stromimpulse wechselnder Polarität, die von der Hauptuhr gesendet werden. Das Sperrrad wird durch eine der Spindelhemmung ähnliche Konstruktion angetrieben. Dieses Werk existiert in Minuten- und Sekundenversionen und in verschiedenen Grössen entsprechend der Länge der Zeiger.

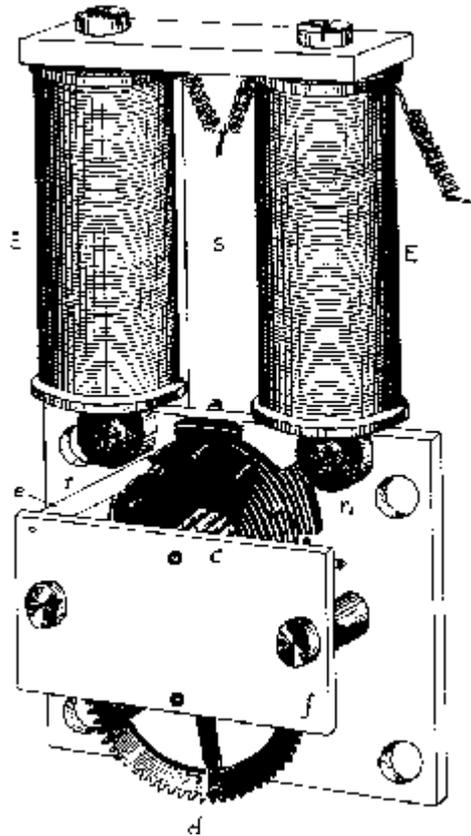


Abb. 18: Nebenuhr von A. Favarger, Nachfolger von Hipp. Sie hat einen polarisierten, rotierenden Anker und wurde während ca. drei Viertel eines Jahrhunderts in vier Größen hergestellt.

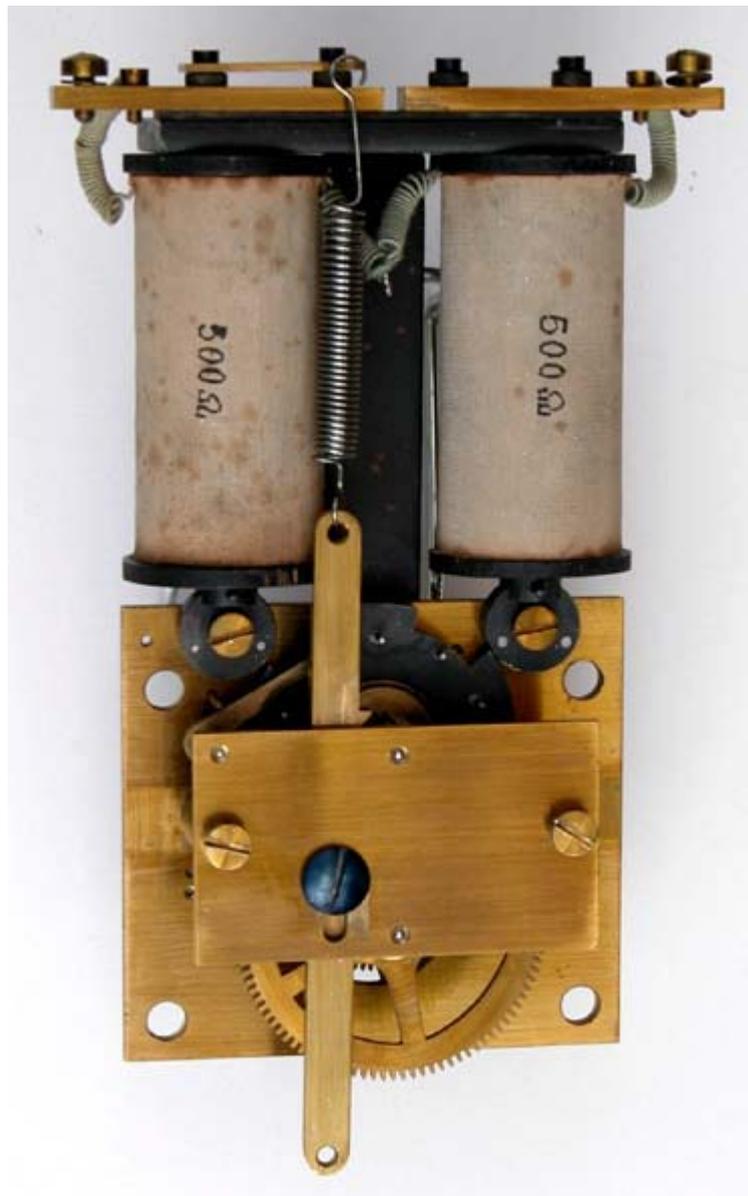
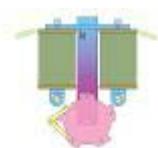


Abb. 19: Nebenuhr von Favarger, mittlerer Größe.



[Animation einer Favarger Nebenuhr.](#)

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) ([Abb. 20](#)).

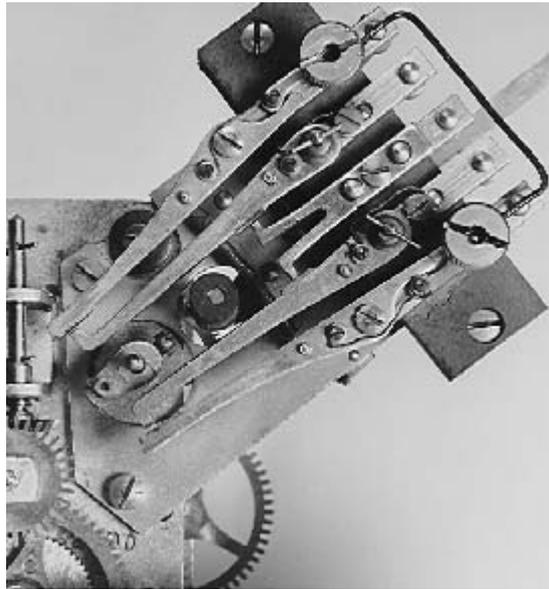


Abb. 20: *Polaritätswender von Heliowatt. Jede Minute macht ein Nocken, links zu sehen, eine halbe Drehung und schließt den Kontakt abwechselnd auf jeder Seite, wobei die Polarität umgekehrt wird.*



[Animation eines Polwender.](#)

Diese Animation zeigt das System hergestellt von Badier und Paulin aus Grenoble, 1888. Es ist denen von Hipp und Aron (Heliowatt) sehr ähnlich.

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, coaxial 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. ([Abb. 21](#) und [22](#)).

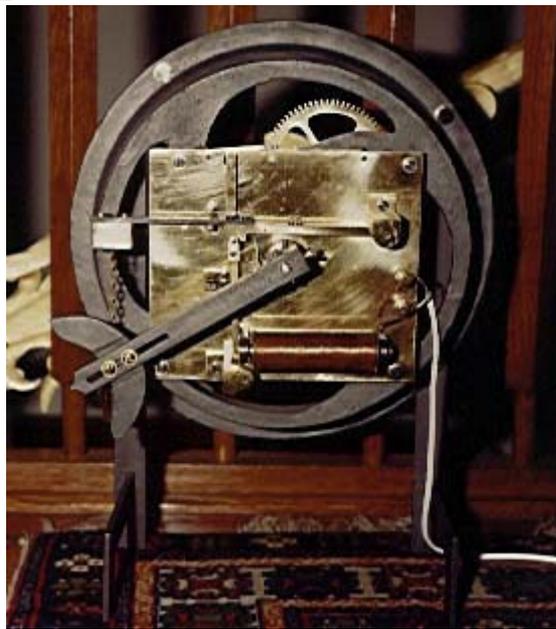


Abb. 21: Turm-Nebenuhr von Campiche, Genf, Ende des 19. Jh. Sie ist unipolar und basiert auf einem typischen französischen Zeigerwerk mit einer zusätzlichen Platte, auf welcher der Elektromagnet und das Gesperr befestigt sind. Ein Gegengewicht dient zum Ausbalancieren des Minutenzeigers.

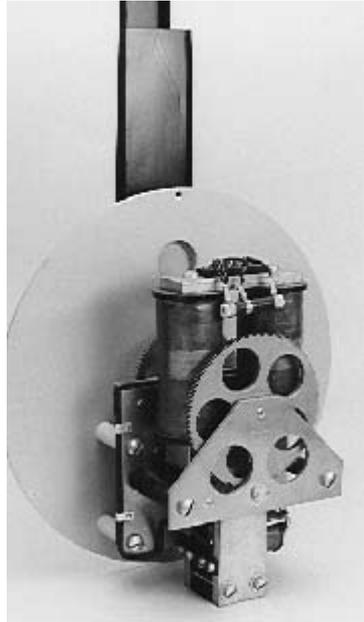


Abb. 22: Kleine Turm-Nebenuhr von Moser-Baer. Sie ist polarisiert und mit einem zusätzlichen System versehen, das die Zeiger zwischen zwei Impulsen blockiert. Es hat die Aufgabe, die Zeiger vor zufälligen, nicht "zeitgerechten" Bewegungen zu schützen. Ca. 1960.

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 Schaltrrad 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.

[Mehr Nebenuhren-Bilder auf einer getrennten Seite.](#)

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 ([Abb. 23](#)).

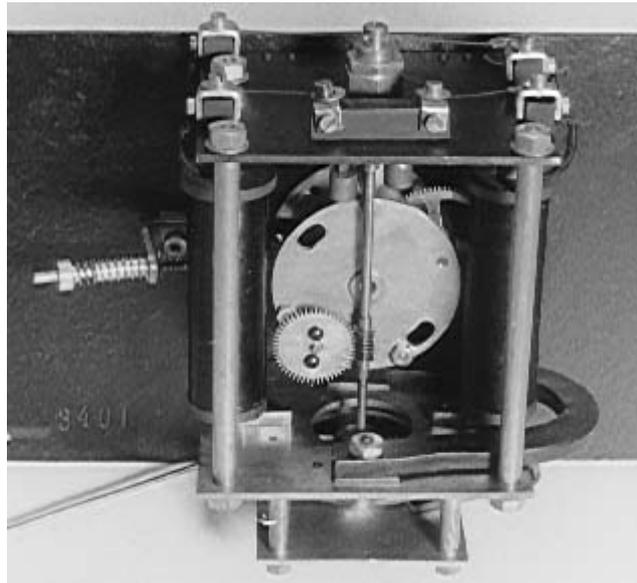


Abb. 23: Synchronuhr von Michl, signiert Laplace, Tschechoslowakei 20er Jahre des 20. Jh. Sie muss von Hand gestartet werden. Thiesen sagt in seiner einzigartigen Buchreihe, diese Uhr sei die erste wirklich nutzbare Synchronuhr, die je gebaut wurde.

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. Diese Uhren werden in einem Begleitartikel beschrieben (zur Zeit nur auf [Englisch](#) oder [Französisch](#))

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.) ([Abb. 24](#)).



Fig. 24: Magneta Uhr von Martin Fischer aus Zürich, um 1905. Der Induktor (eine Art Dynamo) ist auf der linken Seite des Bildes zu sehen. Das ca. 17 kg schwere Gewicht hängt an einem Stahlband und überträgt seine Kraft durch das Spannen einer starken Speicher-Feder sowohl auf den Induktor (der eine plötzliche und schnelle Bewegung benötigt, um einen Stromimpuls zu erzeugen) als auch auf eine kleine Feder im Federhaus des Gehwerks mit Graham Anker. Das Aufziehen sollte täglich durchgeführt werden und ein im Gehäuse platziertes Alarmsystem schließt einen Kontakt, der eine kleine Lampe aufleuchten lässt, sobald das Gewicht wieder hochgezogen werden muss. Wird die Uhr nicht aufgezogen, so wird das Pendel vorsorglich angehalten, da sonst die angeschlossenen Nebenuhren lange vor der Hauptuhr nicht mehr funktionieren würden. Dieser Zustand kann eintreten, wenn das Gewicht auf dem Gehäuseboden aufsteht. In diesem Fall hält die Elastizität des Stahlbandes das Hauptuhrwerk noch für einige Zeit in Gang, aber die Energie reicht nicht aus, um den Induktor zu bewegen. Später, während der Zeit von Landis & Gyr, wurden diese Uhren alle mit einem elektrischen Aufzug versehen.

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 Strompuls (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 (1982) genannt werden, ein „Zuckerstück“ für Sammler, aber vielleicht nicht das praktischste Zeitmessinstrument ([Abb. 25](#)).

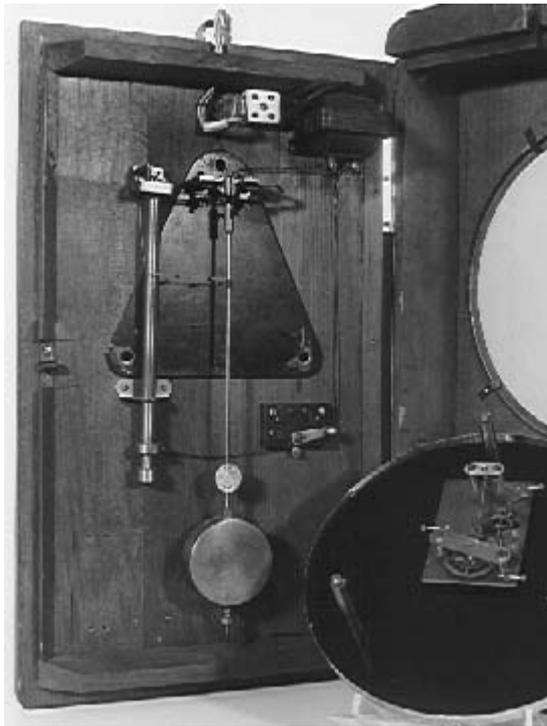
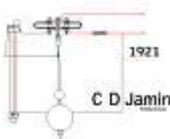


Fig. 25: Jamin-Zenith Uhr ohne Gangreserve, Mitte der 20er Jahre d. 20 Jh. Der Dehnungsdraht ist in der Röhre, links im Bild. Er wirkt auf das Pendel durch einen elastischen Hebel und einen Zugdraht unten. Kontakte sind am Oberteil des Pendels. Diese Konstruktion stellt eine Art thermischen Motor dar, der mit 4V Wechselstrom arbeitet. Unabhängig davon ist das Zifferblatt, das wiederum lediglich ein Schwingungszähler ist.



[Animation einer Jamin-Zenith.](#)

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 aufgezoogen 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 Gehwerks auf. ([Abb. 26](#)).

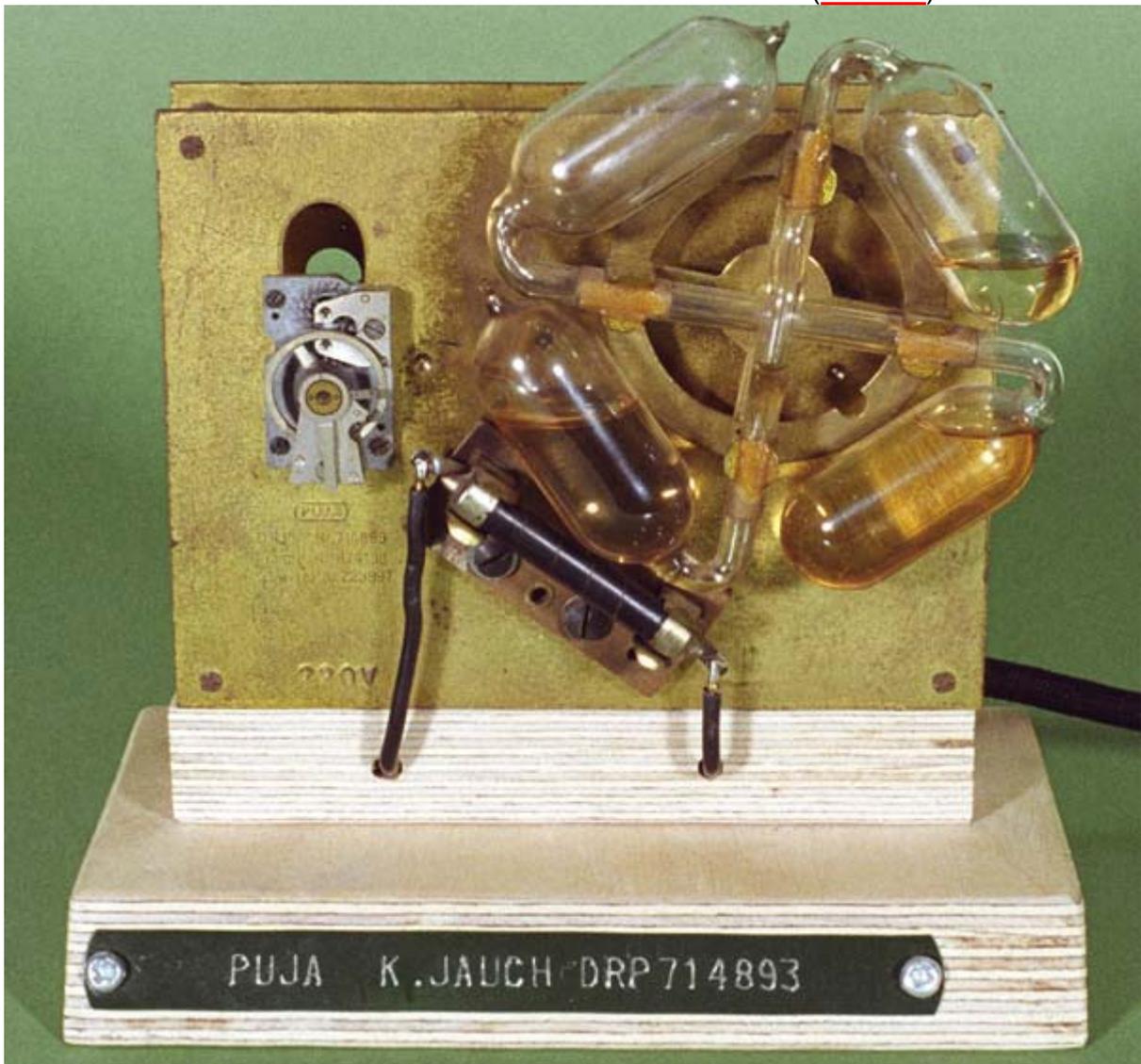


Fig. 26: Puja, um 1940.

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. ([Abb. 27](#) und [28](#)).



Fig. 27: Favag Hauptuhr mit $2/3$ s Pendel, späte 20er Jahre des 20. Jh., ausgerüstet mit einem Zusatzmodul, das aus einem 24 Stunden-Kontaktrad zur Betätigung von Signalen besteht. Die Signalintervalle können in Schritten von 5 Minuten angepasst werden.

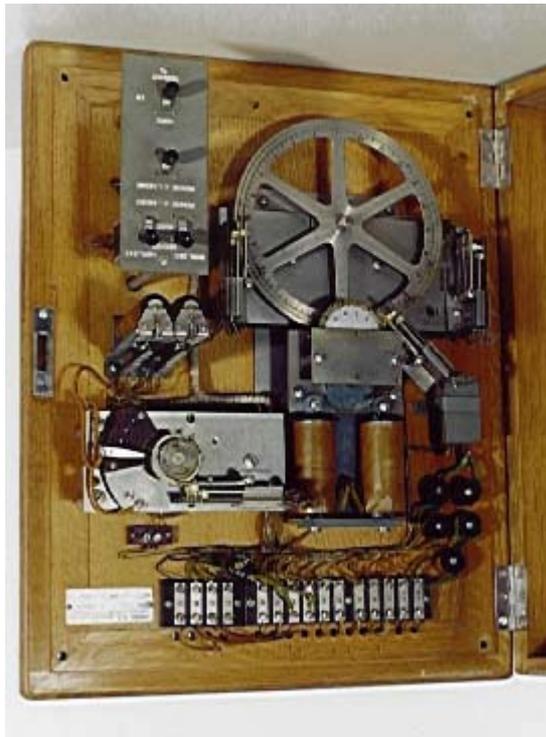


Fig. 28: Signalkontrollkasten von Favag, konstruiert auf der Basis einer Nebenuhr. Es gibt viele Modelle mit einer oder mehreren Signalleitungen.

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 ([Abb. 29](#)).



Fig. 29: Amerikanische Synchronuhr für Hotels. Ein Warnsignal kann in 5-Minuten-Intervallen angepasst werden, um den Empfang an das rechtzeitige Wecken der Gäste zu einer bestimmten Zeit zu erinnern.

Schlagwerke

Glockenspiele 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, [Abb. 30](#)), 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.

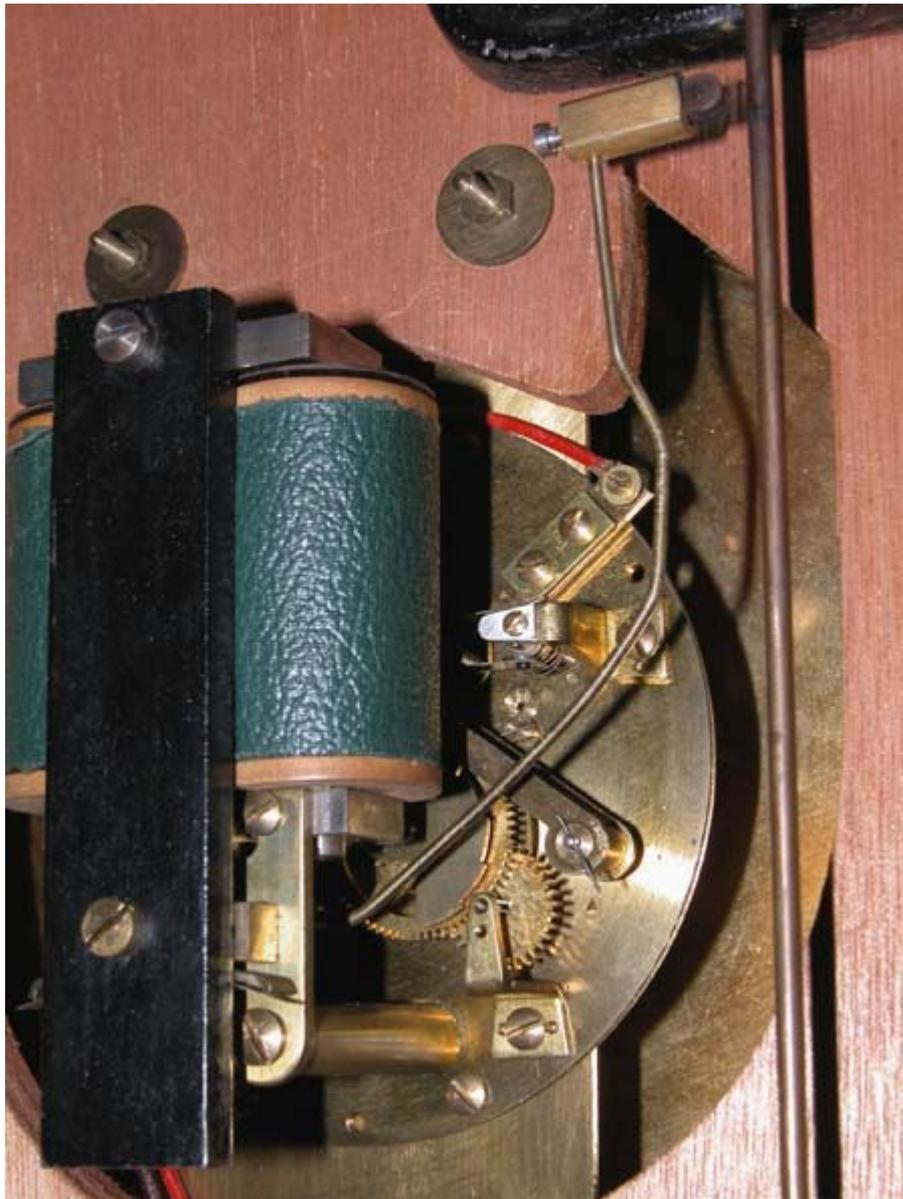


Fig. 30: Ato mit elektromagnetischem Schlagwerk.

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, ausser einigen Ausstellungskatalogen:

- *Chronatome*, La Chaux de Fonds, 1978 (Illustration ziemlich bescheiden)
- *Electrifying time*, London, 1977 (reichhaltige Dokumentation)
- *Elektrische tijdaanwijzing*, Schoonhoven, 1985 (exzellent)
- *Zeit und Mikroelektronik*, Furtwangen, 1987 (interessant)
- *150 Years of Electric Horology*, NAWCC, 1992 (exzellent, obwohl es sich weitgehend auf amerikanische Uhren konzentriert)

Bücher finden sich zeitweilig in spezialisierten Antiquariaten. Viele Bücher, die zur Information oder für den Schulunterricht benutzt werden, sind sehr theoretisch. Nur wenige beschreiben wirklich handelsübliche Uhren im Detail, wahrscheinlich waren die Autoren häufig zu vorsichtig, „freie Werbung“ zu offerieren!

Viele Artikel sind in unterschiedlichen Zeitschriften erschienen, aber es ist mühsam, diese zu finden und zu sammeln.

Abschließend können wir einige **Webseiten** empfehlen:

- [UhrenH@nse](http://www.uhrenhanse.de) [www.uhrenhanse.de]
In Deutsch, nicht nur für elektrische Uhren, aber eine sehr rege Gemeinschaft, die sich bei den verschiedensten Fragen unterstützt.
- [Electrical Horology](http://www.mridout.freeseve.co.uk) [www.mridout.freeseve.co.uk]
- [Barrie's Virtual Museum of Clocks](http://www.clock-museum.co.uk) [www.clock-museum.co.uk]
Nicht nur elektrische Uhren, enthält eine Bildergalerie elektrischer Hauptuhren.
- [History of Technology: Electric Clocks](http://www.electric-clocks.com) [www.electric-clocks.com]
Von Bill Burns, gute Seite mit vielen "Links".
- [British Horological Institute](http://www.bhi.co.uk) [www.bhi.co.uk]
Nicht nur elektrische Uhren.
- [Antique & Electrical Clocks](http://www.forall.fsnet.co.uk) [www.forall.fsnet.co.uk]
- [Elektrouhren bei Gerrit Eckhardt](http://www.elektrouhr.de) [www.elektrouhr.de]

Kontakt: viredazepal@bluewin.ch

Letzte Revision: 10. November 2002