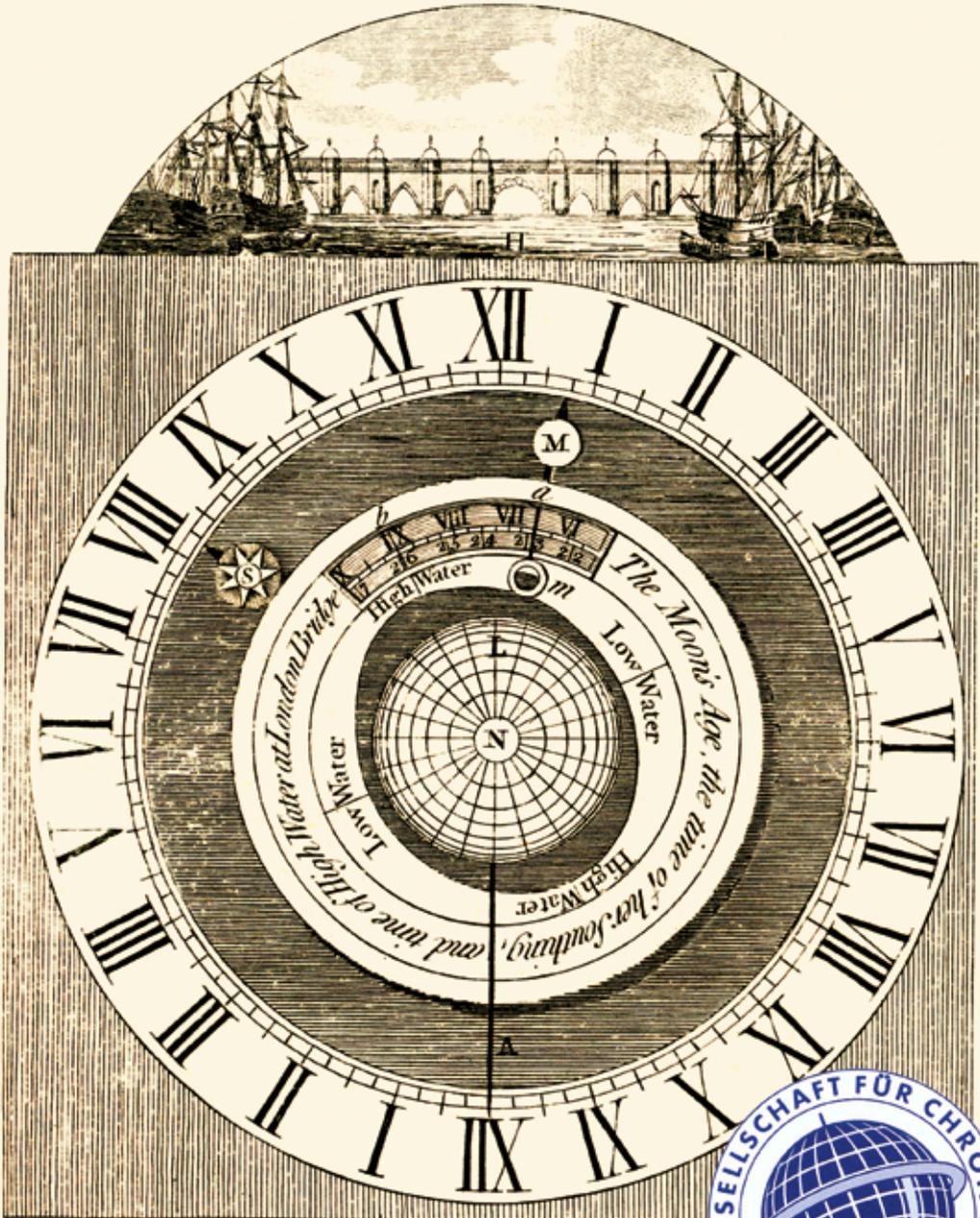


Deutsche **G**esellschaft für **C**hronometrie

Jahresschrift 2011



Band 50



Elektrische, elektronische und frühe Quarz-Armbanduhwerke

Übersicht

Ende der 1950er Jahre kamen die ersten elektrischen Armbanduhren auf den Markt, 1960 wurde die Stimmgabeluhr eingeführt, und bereits Anfang 1970 gab es die ersten Quarz-Armbanduhren zu kaufen. Bis Mitte 1970 waren weltweit schätzungsweise höchstens 1000 Quarz-Armbanduhren verfügbar, die Preise dieser Uhren im edlen Gehäuse betragen um die 10.000,- DM! Anfang der 1970er Jahre versuchte so ziemlich jeder Hersteller, ein eigenes Quarzwerk zu entwickeln, wobei die Patente der Mitbewerber zu beachten waren. Dabei kamen unterschiedlichste, teilweise abenteuerliche Konstruktionen heraus. Von allen hat letztendlich nur eine überlebt, die heute in den meisten Quarz-Armbanduhren zu finden ist. Davon werden derzeit weltweit jährlich über 1 Milliarde Stück hergestellt, die meisten in Fernost bei Produktionskosten im 1-Dollar-Bereich.

Dieser Beitrag handelt nicht von der heutigen Technik und geht auch kaum auf das äußere Erscheinungsbild der Uhren ein. Gezeigt werden etwa 100 Abbildungen von Werken elektrischer, elektronischer und früher Quarz-Armbanduhren aus den genannten zwei Jahrzehnten, in denen sich die Entwicklung abspielte. Anhand dieser Bilder lässt sich die technische Entwicklungsgeschichte verfolgen. Ebenso können vorhandene Sammelstücke identifiziert und zugeordnet werden. Alle Werke sind im gleichen Maßstab abgebildet, wodurch Größenvergleiche leicht möglich sind. Wesentliche Details werden erwähnt, für weiterführende Studien wird Literatur empfohlen.

Einführung

Der Schotte Alexander Bain, Uhrmacher und Erfinder, baute im Jahr 1840 die erste elektrische Pendeluhr und erhielt ein Jahr später ein Patent auf diese Uhr. Eins seiner weiteren Patente von 1847 hat den so genannten Unruhmotor zum Inhalt: Hier wird ein auf der Unruh angebrachtes Eisenstück von einem Elektromagneten im Takt der Unruhschwingung immer wieder kurzzeitig angezogen. Durch diese von der Unruh kontaktgesteuerte, elektromagnetische Wechselwirkung wird die Schwingung aufrechterhalten, und die Unruh kann gleichzeitig „rückwärts“ das Räder- und Zeigerwerk antreiben. Basierend auf diesen Ideen wurden viele Bauarten von elektrischen Großuhren realisiert, auch Prototypen von elektrischen Taschenuhren (hergestellt um 1910) sind bekannt.

Weitere Miniaturisierungsschritte hin zur elektrischen Armbanduhr waren dann für lange Zeit nicht denkbar. Es fehlten geeignete magnetische Werkstoffe, haltbare Materialien für den elektrischen Kontakt, hauchdünne Kupferlackdrähte für den Elektromagneten und vor allem kleine Batterien, die Antriebsenergie für ein Jahr liefern und zusammen mit dem Werk in ein Armbanduhrgehäuse eingebaut werden können.

Erst in den 1940er Jahren wurde die Idee der elektrischen Armbanduhr wieder aufgegriffen, zunächst von den Firmen Elgin und Lip. Als sich herausstellte, dass sie ähnliche Ziele verfolgten, vereinbarten sie eine lose Zusammenarbeit. Nach mehrjährigen Entwicklungsarbeiten wur-

den am 19. März 1952 zeitgleich die Medien in Paris durch Fred Lip und in Chicago durch den Elgin-Präsidenten John G. Shennan über ihre neuartigen, elektrischen Uhrwerke informiert.

Fred Lip durfte vor der geachteten „Académie des Sciences“ über seine elektrische Uhr der Zukunft vortragen und den Lip-Prototyp vorführen. Im erhalten gebliebenen Protokoll der Akademie steht lediglich, dass diese Uhr nicht funktionierte. Mehr Information über diese Präsentation ist leider nicht überliefert.

Die Elgin-Präsentation fand im Blackstone Hotel in Chicago statt. Vorgestellt wurde eine Uhr im runden Goldgehäuse, ausgestellt in einer Vitrine, auf die ein zwei Meter langer, von oben kommender roter Blitz zeigte. Shennan beschränkte sich auf die Erklärung der Uhr, das Werk selbst wurde nicht gezeigt. Allerdings erschien einen Monat später in der April-Aus-

gabe des Elgin-Mitarbeiter-Magazins „Watch Word“ ein dreiseitiger detaillierter Artikel „Elgin Unveils the Watch of the Future“. Und am 15. April 1952 wurde für das Elgin-Werk das US-Patent 2.865.163 „Electrically-powered time device“ eingereicht, dessen 45 Bilder einer Bauanleitung nahe kommen. Schließlich wurde am 1. August 1952 noch ein Patent „Art of electrical energy producing cells“ nachgereicht, welches den Aufbau einer speziellen Batterie für das vorgestellte Elgin-Werk zum Inhalt hat.

Erhalten geblieben ist außerdem zumindest ein Exemplar eines Elgin-Prototypen, der hier gezeigt wird, und dessen Aufbau exakt mit Fig. 5 des US-Patents 2.865.163 übereinstimmt. Dazu existiert auch noch eine Batterie entsprechend dieser Patentschrift (ist dort in Fig. 18 abgebildet).



Uhr mit rundem Goldgehäuse, wie sie bei der Elgin-Präsentation am 19. März 1952 im Blackstone Hotel in Chicago vorgestellt wurde. Auf das elektrische Werk deuten zunächst nur zwei rote Blitze hin: Der eine ist von Hand mit rotem Lack dick unter den ELGIN-Schriftzug auf das Zifferblatt gemalt, der andere ist Bestandteil des Sekundenzeigers. Der Gehäusedurchmesser der Uhr (ohne Krone gemessen) beträgt 29 mm. Das Armband ist 16 mm breit. Die Uhr wirkt recht zierlich.



Möglicherweise zeigt dieses Bild eins der ältesten, bis heute weltweit erhalten gebliebenen elektrischen Armbanduhwerke. Es ist ein Elgin-Prototyp (Handmuster) aus der darüber abgebildeten Uhr. Die Abmessungen des winzig kleinen Werkes betragen 17,7 mm x 15,0 mm. Wahrscheinlich existierte es bereits vor dem 15. April 1952, dem Tag der Einreichung des zugehörigen Patentes.

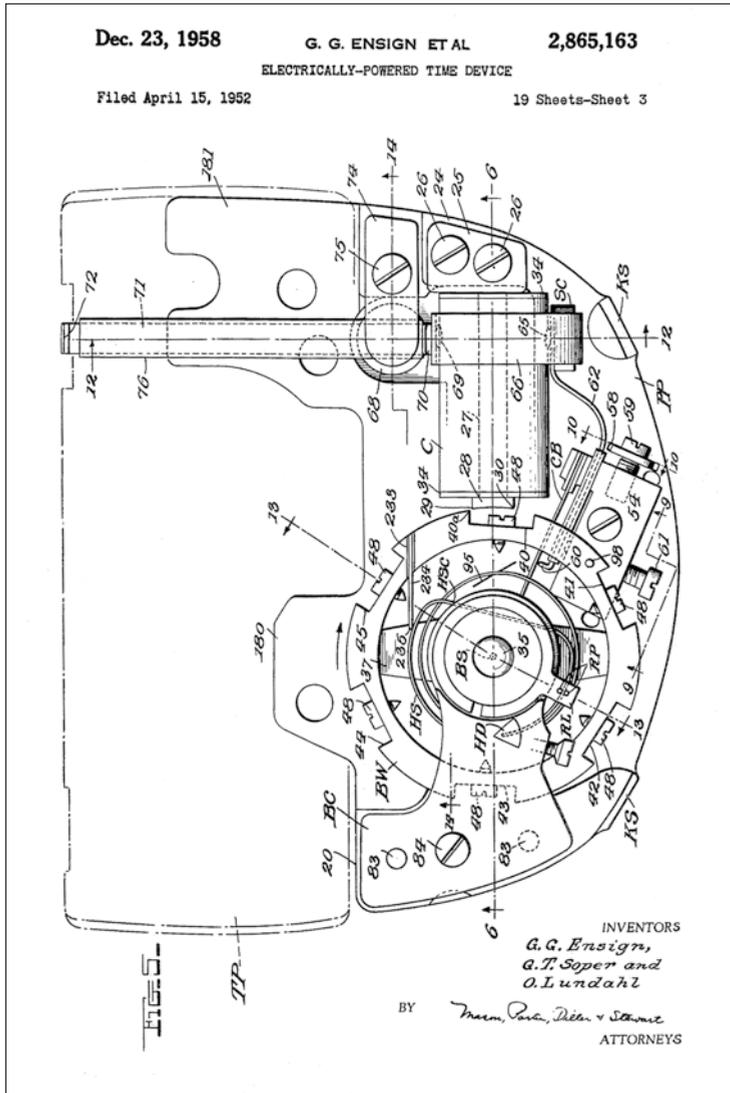


Fig. 5 aus dem US-Patent 2.865.163 "Electrically-powered time device", eingereicht am 15. April 1952, erteilt am 23. Dezember 1958. Als Erfinder waren mehrere Mitarbeiter der Elgin National Watch Company genannt.

Spezielle Batterie für das Elgin-Handmuster (Fig. 18 im US-Patent 2.865.163 zeigt bereits eine passende Zeichnung). Setzt man diese Batterie an das annähernd halbkreisförmige Werk an, können Werk und Batterie zusammen in ein kleines, rundes Gehäuse eingeschalt werden.



1. Kontaktgesteuert mit Unruh und fester Spule - Unruh ist Taktgeber und elektromechanischer Wandler

Dieser „Urtyp“ der elektrischen Armbanduhr wird charakterisiert durch

- eine Unruh, an der ein kleines Eisenstück befestigt ist,
- eine elektrische Spule auf einem Eisenkern, fest mit der Werkplatte verbunden,
- einen elektromechanischen Kontakt.

Bei jeder Unruherschwingung wird, gesteuert von der Unruh, ein elektrischer Kontakt für kurze Zeit geschlossen. Dadurch entsteht eine Verbindung der elektrischen Spule zur Batterie, die Spule wird kurzzeitig zum Elektromagneten und zieht das Eisenstück auf der Unruh an. Diese elektromagnetische Wechselwirkung erfolgt immer, wenn sich die Unruh auf ihre Neutralstellung zu bewegt und endet kurz vor Erreichen der Neutralstellung. Dadurch erhält die Unruh bei jeder Schwingung einen Antriebsimpuls, sie kann mit konstanter Ampli-

tude schwingen und gleichzeitig das Zeigerwerk antreiben („Unruhmotor“). Das schlagartige Abschalten des Spulenstromes führt zur Funkenbildung am Kontakt. Um den Kontaktabbrand zu vermindern, wurde manchmal eine sog. „Funkenlöschdiode“ eingebaut. Diese Uhren nannte man teilweise „elektronische Armbanduhr“, was durchaus seine Berechtigung hatte, weil die Diode ein elektronisches Bauteil ist.

Nachfolgend werden fünf Uhrwerke dieses Typs gezeigt. Neben der Kaliberbezeichnung sind in Klammern das Erscheinungsjahr, die Frequenz des Unruhmotors sowie die Abmessungen angegeben. Auf Höhenangaben wird verzichtet, da oft unklar ist, ob die reine Werkhöhe oder die mit Batterie oder gar mit Batteriehälter gemessen wurde. Darüber hinaus wird teilweise auf Besonderheiten hingewiesen.

Lip R27

(1958 / 2,5 Hz / Ø 27,8 mm)

Eigenwillig geformtes Uhrwerk mit zwei V-förmig angeordneten, magnetisch in Serie geschalteten Spulen. Unruh unter Unruhbrücke. Die seitlich rechts und links herausragenden Kontakte führen zu zwei im Gehäuse untergebrachten Batteriefächern.



ESA 4750 / 4751

(1961 / 2,5 Hz / Ø 25,6 mm)

Bei diesem Uhrwerk wurden mehrere Spulensegmente ringförmig zusammengesetzt und in ein Kunststoffteil eingebettet. Daher sind die Kupferlackdrähte nicht sichtbar. Für Batterien ist kein Platz im Werk, sie wurden über dem Werk im Gehäusedeckel untergebracht. Das hatte recht klobige, dicke Gehäuse zur Folge.



Elgin 725

(1962 / 2,5 Hz / 23,5 mm x 15,0 mm)



Besonders kleines, etwa halbkreisförmig aufgebautes Uhrwerk. In der gezeigten Variante wird es von zwei kleinen, parallel geschalteten Knopfbatterien gespeist. Ursprünglich wurde hier die spezielle, weiter oben abgebildete Elgin-Batterie eingebaut. Vor diesem Modell wurden einige ähnlich aufgebaute Werke mit der Kaliberbezeichnung Elgin 722 in kleinsten Stückzahlen gefertigt. Sie gelangten nicht in den Verkauf.

Lip R 148

(1962 / 2,5 Hz / Ø 25,6 mm)



Dieses Modell löste das Kaliber R27 ab und wurde in großen Stückzahlen gebaut. Es gibt konstruktive Ähnlichkeiten zur Elgin 725. Unterhalb der Spule ist die (Funkenlösch-) Diode zu erkennen - nicht etwa eingelötet, sondern uhrmachergerecht angeschraubt!

Elgin 910

(1964 / 4 Hz / 23,5 mm x 15,0 mm)



Ähnlich wie Kaliber 725, jedoch mit höherer Schwingfrequenz des Unruhmotors und nur noch einer Batterie zur Stromversorgung. Beim genauen Hinsehen erkennt man unterhalb der Spule eine kleine schwarze Pille - das ist die (Funkenlösch-) Diode.

2. Kontaktgesteuert mit Unruh und beweglicher Spule - Unruh ist Taktgeber und elektromechanischer Wandler

Dieser Typ von elektrischen Armbanduhren wird charakterisiert durch

- eine Unruh mit integrierter, eisenloser Spule,
- stationäre Permanentmagnete auf der Werkplatte,
- einen elektromechanischen Kontakt.

Hier wirken Permanentmagnete mit einer eisenlosen, auf der Unruh angebrachten Spule zusammen. Die Kontaktsteuerung ist ähnlich wie oben beschrieben, jedoch erfolgt der Antriebsimpuls hier kurz nach Erreichen der Neutralstellung. Dabei wird die kurzzeitig stromdurchflossene Spule aus dem magneti-

schen Feld der Permanentmagnete hinausgestoßen. Dieses Antriebssystem wird „elektrodynamisch“ genannt. Einige Konstruktionen arbeiten mit einem Antriebsimpuls pro Schwingung, andere generieren bei jeder Halbschwingung einen Impuls. Wegen der eisenlosen Spule ist die Funkenbildung vergleichsweise gering, das schont die Kontakte.

Die folgenden 15 Bilder zeigen Uhrwerke dieses Typs. Neben der Kaliberbezeichnung sind wieder (in Klammern) das Erscheinungsjahr, die Frequenz des Unruhmotors sowie die Abmessungen angegeben.

Hamilton 500

(1957 / 2,5 Hz / Ø 26,2 mm)

Beim Betrachten dieses Werkes fallen die Unruh und die Batterie mit ihrer eigenwillig geformten Haltefeder ins Auge. Im unteren Bereich der hochwertigen Schraubenunruh befindet sich die Spule. Der hauchfeine Kontaktdraht ist dagegen kaum zu erkennen, er führt vom goldfarbenen Pfosten zur Unruhwelle. Die Hamilton Electric ging am 3. Januar 1957 in Amerika als weltweit erste elektrische Armbanduhr in den Verkauf.



Hamilton 500 A

(1959 / 2,5 Hz / Ø 26,2 mm)

Wie Kaliber 500, jedoch mit Rückfeder-Finregulierung und geänderter Batteriehalterung.



Epperlein 100

(1959 / 2,5 Hz / Ø 25,9 mm)



Es gab eine Kooperation zwischen Hamilton und der deutschen Firma Epperlein, was zu vielen konstruktiven Ähnlichkeiten zum Kaliber 500 (insbesondere bei der Unruh) führte. Das abgebildete Werk hat aber keinen Kontaktdraht mehr, sondern verwendet ein robusteres Kontaktsystem, welches auch bei der Hamilton 505 (siehe weiter unten) zum Einsatz kam.

Laco 860

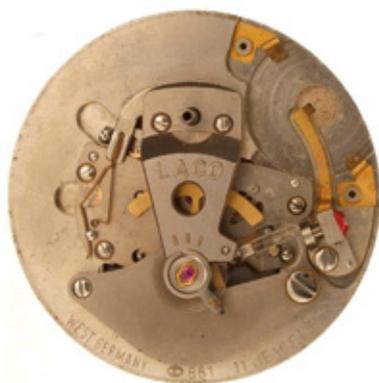
(1960 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)



Bei dieser Konstruktion ist eine bananenförmige Batterie in das runde Werk integriert. Diese Batterie wurde (vermutlich von VARTA) speziell für Laco entwickelt, konnte sich aber nicht durchsetzen. Die Laco 860 war ein Vorserienmodell und gelangte nicht in den Verkauf. Der Kontakt ist rechts von der Unruhspirale zu sehen, die auf der Unruh angebrachte Spule wird von der vergoldeten Deckplatte verdeckt.

Laco 861

(1961 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)



Aus dem Kaliber 860 entwickeltes Serienmodell. Anstelle der bananenförmigen Batterie wird jetzt eine gängige Knopfzelle verwendet, die rechts oben eingesetzt wird und etwas über den Werkrand hinausragt. Als Besonderheit ist zu nennen: Der Sekundenzeiger springt einmal pro Sekunde („springende Sekunde“).

Hamilton 505

(1961 / 2,5 Hz / Ø 27,0 mm)

Weiterentwicklung des Kalibers 500 bzw. 500A. Konstruktiv stark vereinfachte Unruh sowie robusteres Kontaktsystem (vergleiche Epperlein 100).

**Hamilton-Ricoh 555E**

(1962 / 2,5 Hz / Ø 27,0 mm)

Im Rahmen einer Kooperation mit Ricoh wurde die Hamilton 505 weiter vereinfacht. Hamilton lieferte die elektrischen Teile, Ricoh fertigte die mechanischen Komponenten und baute die Uhren vom Kaliber 555E in Japan zusammen. Sehr ähnliche Werke kamen auch unter der Bezeichnung „Standard Time Corp. 130E“ auf den Markt.

**Ruhla 25 „UMF electric“**

(1963 / 2,5 Hz / Ø 27,0 mm)

In der ehemaligen DDR hergestelltes Werk mit Rückfeder-Feinregulierung mittels Exzenter-schraube. Es gab auch ein Nachfolgekcaliber mit 4-Hz-Unruhmotor unter der Bezeichnung Ruhla 26.



Laco 870/871

(1964 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)



Weiterentwicklung des Kalibers 861. Auch unter der Timex-Kaliberbezeichnung M84 geführt. Eine ebenfalls verfügbare Ausführung mit Datum hatte die Kaliberbezeichnung Laco 880/881 bzw. Timex M85.

Laco 900 „Lady Electric“

(1965 / 3 Hz / 15,2 mm x 18,0 mm)



Die "Lady Electric" (Timex-Bezeichnung M82) war die weltweit erste elektrische Damen-Armbanduhr. Das Kontaktsystem ist ähnlich wie beim Kaliber 861. Die Batterie ragt oben über die recht kleine Werkplatte hinaus.

PUW 1000 „Porta elechron“

(1969 / 4 Hz / Ø 28,5 mm)

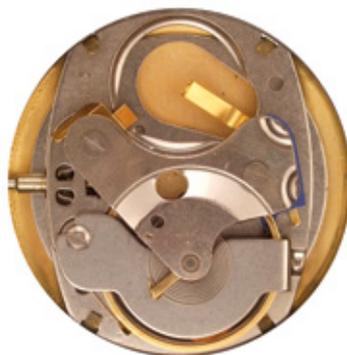


Von den Pforzheimer Uhren-Rohwerken entwickeltes Kaliber. Auch mit Datum (PUW 1001) sowie Tag und Datum (PUW 1002) gefertigt.

Timex M40

(1970 / 3 Hz / 22,0 mm x 28,8 mm)

Sehr stark vereinfachtes, preiswertes und in großen Stückzahlen hergestelltes „Blechplatinen-Kaliber“ mit nur drei Steinen. Erhältlich auch mit Datum (M41) sowie mit Tag und Datum (M42).

**Timex M69**

(1972 / 3 Hz / 15,2 mm x 18,0 mm)

Miniaturisierte Variante des Kalibers M40 für den Einbau in Damenarmbanduhren. Wegen der Werkhöhe von 5,8 mm waren diese Modelle recht klobig. Eine weitere Ausführung mit Datum trug die Bezeichnung M71.

**PUW 3000 „Ladychron“**

(1972 / 4 Hz / 18,2 mm x 15,3 mm)

Elektrisches Damen-Armbanduhrenwerk der Pforzheimer Uhren-Rohwerke.

**Timex M57 „Elektro Alarm“**

(1974 / 3 Hz / Ø 32,2 mm)

Kombination des kleinen elektrischen Timex-Kalibers M69 mit einem darum herum gebauten elektronischen Summer. Jede Baugruppe verfügt über eine eigene Batterie. Uhrzeit und Weckzeit wurden über zwei separate Kronen eingestellt. Dieses exotische Kaliber ging nicht in den Verkauf.



3. Transistorgesteuert mit Unruh und fester Spule - Unruh ist Taktgeber und elektromechanischer Wandler

Alle bisher beschriebenen Konstruktionsprinzipien enthielten elektromechanische Kontakte zum Schalten des Spulenstromes. Damit untrennbar verbunden waren Probleme bezüglich der präzisen Einstellung sowie der begrenzten Lebensdauer dieser Kontakte. Erst die Verfügbarkeit von preislich akzeptablen Miniaturtransistoren eröffnete Möglichkeiten für einen neuartigen Typ, die elektronische Armbanduhr. Sie wird in ihren ersten Ausführungsformen charakterisiert durch

- eine Unruh mit integrierten Permanentmagneten,
- stationären, eisenlosen Spulen auf der Werkplatte,
- einen oder mehrere Transistoren.

Zu den Bildern sind neben der Kaliberbezeichnung wieder (in Klammern) das Erscheinungsjahr, die Frequenz des Unruhmotors sowie die Abmessungen angegeben.



Junghans 100

(1961 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)

1961 in der Festschrift „Ein Jahrhundert Junghans“ vorgestellt mit dem Hinweis: „Das abgebildete Werk J 100 befindet sich noch im Versuchsstadium“. Es wurde später in der ersten Solar-Tischuhr „Ato-Lux“ verbaut, aus technischen Gründen jedoch nicht in Armbanduhren eingesetzt.

Junghans 100

Detailansicht des Elektronikblocks (von der Unterseite her) mit Spule, Kondensator, Transistor und Batterie-Anschlussfeder.



ESA 9150 „Dynotron“

(1967 / 3 Hz / Ø 28,0 mm)

Bei diesem transistorisierten Werk sind alle Charakteristika gut zu erkennen. Rechts die aus zwei übereinander angeordneten Scheiben bestehende Unruh mit darauf befestigten Permanentmagneten. Darunter teilweise sichtbar, teilweise von der Unruh verdeckt, die kupferfarbenen Spulen. Ganz unten eine sichelförmige Platine mit den elektronischen Bauelementen: 1 Transistor, 2 Kondensatoren und 1 Widerstand.

**Junghans 600 „Ato-Chron“**

(1967 / 3 Hz / Ø 30,8 mm)

Aus dem Kaliber 100 weiterentwickeltes Serienmodell. Elektronik und Spulen sind auf einer gemeinsamen Platine angeordnet, sie befindet sich links in dem grauen, dreifach verschraubten Kunststoffblock. Aus diesem Block ragt auch der Batteriekontakt heraus. Einige Uhren mit diesem Werk wurden als Chronometer zertifiziert.

**Citizen „X-8 COSMOTRON“**

(1967 / 3 Hz / Ø 28,2 mm)

Frühes japanisches Elektronikwerk. Die Transistor-schaltung ist unter dem roten Plastikteil versteckt. Aus diesem Basismodell abgeleitete Werke wurden später auch von Bulova unter dem Namen "Caravelle" mit der Kaliberbezeichnung 12 OUCD angeboten.





Citizen 5800 „IC 12“
(1970 / 6 Hz / 15,3 mm x 18,0 mm)

Schnellschwinger mit 6-Hz-Unruhmotor, kleinstes elektronisches Damenkaliber mit integrierter Schaltung (IC). Auf der Unruh befinden sich acht Permanentmagnete, die über zwei feste Spulen hinweg schwingen.



ESA 9190 / Lip R50
(1970 / 3 Hz / Ø 17,2 mm)

Von ESA und Lip gemeinschaftlich entwickeltes Werk für Damenarmbanduhren.



ESA 9154 „Dynotron“
(1970 / 4 Hz / Ø 28,0 mm)

Weiterentwicklung des Kalibers 9150. Unter anderem wurden die Unruhe und die Feinregulierung neu gestaltet und die Frequenz des Unruhmotors auf 4 Hz erhöht.



Seiko 3700 „EL 370“
(1971 / 6 Hz / Ø 29,0 mm)

Seiko-Elektronikwerk mit hoher Schwingfrequenz. Die Spulen sind in ein separates Kunststoffteil eingebettet (links), aus dem hellen Elektronikblock (oben) ragt der Transistor heraus.

Citizen 7800 „Cosmotron“

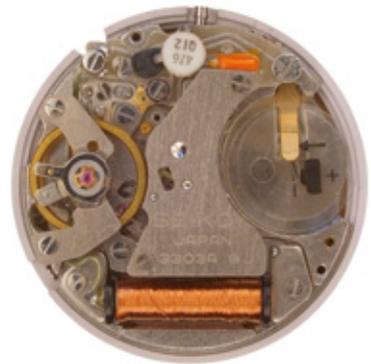
(1972 / 5 Hz / Ø 28,2 mm)

Der grüne Block beinhaltet sowohl die Spulen als auch die Transistorschaltung.

**Seiko 3300 „Tradition“**

(1972 / 3 Hz / Ø 29,0 mm)

Diese Werkkonstruktion ist recht speziell: Hier sind winzige Permanentmagnete auf dem Anker befestigt! Die Unruh steuert über einen Kontakt mit nachgeschaltetem Transistor (!) den Strom durch die Spule (unten). Das vom Spulenstrom verursachte Magnetfeld wirft den Anker von der einen in die andere Lage, übermittelt so der Unruh einen Impuls und treibt gleichzeitig das Zeigerwerk an. Für die Funktion wäre der Transistor eigentlich entbehrlich, er dient lediglich zur Verringerung der Kontaktabnutzung.

**Seiko 07 „Elnix“**

(1973 / 4 Hz / Ø 26,0 mm)

Anders als beim Kaliber 3700 ist die Elektronik nicht in einen Block integriert, sondern hier ist die Rückseite der Platine sichtbar. Das runde Bauteil mit dem gelben Streifen ist der Transistor.



ESA 9176

(1974 / 4 Hz / 23,8 mm x 37,6 mm)



Besonders interessantes elektronisches Werk mit mechanisch angetriebenen Walzen zur digitalen Anzeige der Zeit. Angezeigt werden Stunden und Minuten, der Übergang von einer Minute bzw. Stunde zur nächsten erfolgt springend. Die Sekunden erscheinen als sich verbreiternder Strich (links im Bild, welches eine rückseitige Ansicht des Werkes zeigt). Einzigartig ist auch die senkrecht zum Handgelenk stehende Unruhe. Spulen und Elektronik sind räumlich getrennt und durch flexible Leiterbahnen miteinander verbunden.

ESA 9200 „Frontronic“

(1976 / 4 Hz / 15,2 mm x 18,1 mm)



Kleines Damenuhrwerk mit Unruhbrücke sowie Rükkerfeder-Feinregulierung mittels Exzenter-schraube. Transistor, Kondensator und Widerstand heben sich farblich gut vom schwarzen Elektronik-block (rechts oben) ab.

Luch 3045

Russische Kopie der Junghans 600. Auf dem gelblichen Elektronikblock (unten) sind das Luch-Emblem sowie die Kalibernummer 3045 eingepägt und beim genauen Hinsehen auch zu erkennen.



4. Transistorgesteuert mit Unruh und beweglicher Spule - Unruh ist Taktgeber und elektromechanischer Wandler

Diese Uhrwerke ähneln dem Typ 2, haben aber an Stelle des elektromechanischen Kontakts eine Transistorsteuerung und lassen sich charakterisieren durch

- eine Unruh mit integrierter, eisenloser Spule,
- stationäre Permanentmagnete auf der Werkplatine,
- eine Transistorsteuerung.

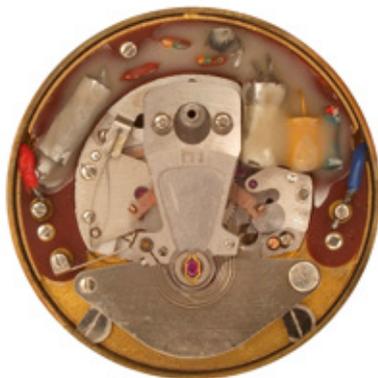
Hier ist die auf der Unruh angebrachte Spule über die Unruh-Spiralfeder sowie eine zusätz-

lich vorhandene Leitspirale elektrisch mit einer elektronischen Schaltung verbunden. Die Unruhspule schwingt über Permanentmagneten auf der Werkplatine. Mittels Auslegung der elektronischen Schaltung wird erreicht, dass diese Spule als Antriebs- und Steuerspule fungieren kann. Das Antriebsprinzip ist mit dem von Typ 3 vergleichbar.

Laco „Elektromat“

(1958 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)

Als weltweit erste elektronische Armbanduhr auf der Hannover-Messe 1958 einer breiten Öffentlichkeit als "Prototyp II" vorgestellt. Zwei Batterien befanden sich außerhalb des Werkes zwischen den Bandanstößen. Eine Pertinax-Platine trägt die Elektronik (2 Transistoren, 3 Widerstände, 1 Kondensator). Verwendung fanden die ersten damals am Markt verfügbaren Miniaturtransistoren, sie kosteten 32 DM pro Stück!



Laco 882

(1969 / 3 Hz / Ø 30,5 mm)

Elektronische Version der Laco 881, auch unter der Timex-Kaliberbezeichnung M87 geführt. Die elektronischen Komponenten befinden sich auf der Platine rechts oben. Die zwei schwarzen Kunststoffgehäuse mit jeweils drei Anschlussdrähten sind die Transistoren.



Bifora B 10

(1971 / 5 Hz / Ø 18,6 mm)

Kleines Werk für den Einbau in Damenuhren. Es gab auch ein praktisch identisches Werk mit größerer Basisplatte (Ø 29,3 mm) unter der Bezeichnung B 11 für Herrenarmbanduhren.



PUW 2000

(1971 / 4 Hz / Ø 28,5 mm)

Elektronische Version des Kalibers PUW 1000. Die aus diskreten Miniaturbauteilen aufgebaute Schaltung (3 Transistoren, 3 Widerstände, 1 Kondensator) ist auf das Werk aufgesetzt.



PUW 2500 „IC“

(1971 / 4 Hz / Ø 28,5 mm)

Wie PUW 2000, jedoch befinden sich hier die Bauteile bereits in einer von ITT hergestellten integrierten Schaltung vom Typ TBA 840 (grünes, rundes Gehäuse mit vier sternförmig herausgeführten Anschlüssen). Über der integrierten Schaltung ist noch ein Elektrolyt-Kondensator zu sehen (mit roter Farbmarkierung).



5. Transistorgesteuert mit Stimmgabel - Stimmgabel ist Taktgeber und elektromechanischer Wandler

Stimmgabelwerke unterscheiden sich fundamental von den bisher beschriebenen Werken. Bei dieser völlig neuartigen Konstruktion wird anstelle der konventionellen Unruh eine kleine Stimmgabel gleichzeitig als Taktgeber und zum Antrieb des Zeigerwerkes benutzt. Damit konnte die Schwingfrequenz mit einem Mal von einigen Hertz auf einige 100 Hz gesteigert werden, was die Gangergebnisse ganz erheblich verbesserte. Kennzeichnend für Stimmgabeluhren sind

- eine Stimmgabel mit darauf angebrachten Permanentmagneten,
- stationäre, eisenlose Spulen auf der Werkplatine,
- eine Transistorsteuerung.

Zu den Bildern sind neben der Kaliberbezeichnung wieder (in Klammern) das Erscheinungsjahr, die Stimmgabelfrequenz sowie die Abmessungen angegeben.

Bulova 214 „Accutron“ (1960 / 360 Hz / Ø 28,0 mm)

Erste Stimmgabel-Armbanduhr der Welt. Eine Antriebsklinke, die mit der Stimmgabel 360 mal pro Sekunde hin und her schwingt, dreht ein winziges Schaltrrad (Ø 2,4 mm, 300 Zähne) bei jeder Schwingung um einen Zahn weiter. Eine an der Werkplatine befestigte Sperrklinke verhindert das Zurückdrehen des Schaltrades. Es gab viele Kalibervarianten, einige wurden in Weltraumprogrammen der USA eingesetzt. Das bekannteste Modell ist die „Spaceview“ ohne Zifferblatt, bei der das Werk sichtbar ist.

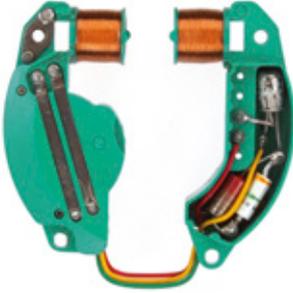


Bulova 214

Detailansicht der aus „Elinvar“ gefertigten 25 mm langen Stimmgabel. Der Pfosten an der linken Zinke dient zur Befestigung der Antriebsklinke. Der untere Teil wird mittels zweier Schrauben auf der Werkplatine befestigt.



Bulova 214



Detailansicht der Elektronikereinheit (1 Transistor, 1 Widerstand, 1 Kondensator) mit Steuer- und Antriebsspule (oben). Diese Baugruppe ist fest mit der Werkplatine verbunden.

CEH „Swissonic“

(1965 / 480 Hz / Ø 30,3 mm)



Von Hetzel, dem Erfinder der Stimmgabeluhr, am CEH (Centre Electronique Horloger) entwickeltes Kaliber mit herzförmiger 480-Hz-Stimmgabel. Der Prototyp war 1965 fertig, ein Serienmodell konnte aber wegen patentrechtlicher Streitigkeiten mit Bulova nicht in den Handel kommen.

Bulova 218

(1965 / 360 Hz / Ø 28,0 mm)



Nachfolger des Kalibers 214, bei gleicher Stimmgabelfrequenz ähnlich aufgebaut, jedoch etwas flacher. Es gab zahlreiche Varianten, beispielsweise mit Datum oder Tag und Datum oder mit 24-Stunden-Anzeige. Die Varianten „Astronaut“ verfügten über eine zweite Zeitzone. Sammlerisch besonders interessant ist das Kaliber 218G mit (mechanischer) Digitalanzeige über Ziffernscheiben.

ESA 9162 „Mosaba“

(1969 / 300 Hz / Ø 29,0 mm)

Von Ebauches SA entwickelte, von Bulova lizenzierte Stimmgabeluhr mit verringertem Lagenfehler. Mosaba steht für „Montre sans balancier“, also „Uhr ohne Unruhe“. Das Modell mit Tag und Datum hat die Kaliberbezeichnung 9164. Ab 1972 wurde dieses Werk auch mit einem Chronographenmodul ausgestattet (ESA 9210, Werkhöhe 7,9 mm). Insbesondere das Basiskaliber, aber auch der Chronograph, wurden von vielen renommierten Herstellern verwendet und oftmals als Chronometer zertifiziert.

**Bulova 230 „Mini-Accutron“**

(1970 / 480 Hz / Ø 19,4 mm)

Miniatúrausführung eines Stimmgabelwerkes für Damenarmbanduhren. Die verkleinerte Stimmgabel schwingt mit 480 Hz. Weitestgehend baugleich gab es auch ein Kaliber für Herrenuhren mit vergrößerter Basisplatine (Ø 23,4 mm).

**Bulova 219**

(1972 / 360 Hz / Ø 28,0 mm)

Vereinfachte Version des Kalibers 218. Erstmals mit asymmetrischer Stimmgabel, die nur einseitig angeregt wird.



Citizen Serie 37 „Hisonic“

(1972 / 360 Hz / Ø 28,0 mm)



Unter Lizenz von Bulova gebaute Stimmgabeluhren auf Basis der Bulova-Serie 218. Die hier abgebildete Version des Citizen-Modells 3701B „Hisonic“ ist recht selten. Das Werk ähnelt der Bulova 219, wurde aber von Citizen modifiziert und ist bezüglich der Stimmgabel spiegelbildlich aufgebaut.

Bulova 221

(1973 / 440 Hz / 17,0 mm x 19,5 mm)



Sehr kleines, tonneauförmig gestaltetes Uhrwerk mit kreisförmiger Stimmgabel, bei dem die Batterie von der Stimmgabel umschlossen wird. Dieses Modell wurde nur in kleinen Stückzahlen gebaut, es hat sich in der Praxis nicht besonders bewährt.

Omega 1220 „Megasonic f 720“

(1974 / 720 Hz / Ø 29,0 mm)



Neuartige, mit vielen Patenten geschützte Konstruktion einer Stimmgabeluhr. Auf einer Stimmgabelklinke ist ein Mikromotor befestigt, er wandelt die vertikale Schwingung der Stimmgabel in eine Drehbewegung eines Rades um. Die Drehung des Rades wird über integrierte Permanentmagnete berührungslos auf das Räderwerk übertragen. Das Modell mit Tag und Datum hat die Kaliberbezeichnung 1230.

Omega 1220 „Megasonic f 720“

Detailansicht der Stimmgabel mit daran befestigtem Mikromotor (rechts), auch „Schüttelkasten“ genannt. Darin befindet sich, in einem Ölbad schwimmend, ein Rad ohne Achse mit 180 Zähnen. Durch die Vibration des "Schüttelkastens" schlägt dieses Rad abwechselnd gegen zwei rechts und links elastisch befestigte Rubine. Zwei fest im Mikromotor angebrachte Klinken drehen das Rad bei jeder Halbschwingung der Stimmgabel einen Schritt weiter.



Slava 2937 „Kamertoni“

Russische Kopie der Bulova 214, hergestellt von der Ersten Moskauer Uhrenfabrik. Auch in Tschechien wurden in der Uhrenfabrik PRIM unter dem Markennamen „Elton“ Kopien gefertigt, allerdings nur etwa 12 Exemplare.



6. Elektronische Quarz-Armbanduhwerke - Quarz ist Taktgeber, unterschiedlichster elektromechanischer Wandler

Die bis hier vorgestellten elektrischen, elektronischen und Stimmgabel-Armbanduhwerke ließen sich relativ gut charakterisieren und bezüglich ihrer Baugruppen in Typen einteilen. Bei den Anfang der 1970er Jahre aufkommenden Quarzwerken wird das schon schwieriger, ihre Typenvielfalt ist groß. Jeder Hersteller versuchte, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und unter Beachtung oder Umgehung von Patenten der Mitbewerber, ein eigenes, besonderes Werk zu entwickeln. Trotz allem haben sie etwas Gemeinsames, und zwar

- einen Quarz im Frequenzbereich von 8.192 Hz bis 4.194.304 Hz als Taktgeber,
- eine Elektronik, diskret oder integriert aufgebaut,
- einen elektromechanischen Wandler in unterschiedlichster Ausführung.

Zunächst wurden relativ niederfrequente Quarze in Barrenform (sog. Biegeschwinger) verwendet. Die niedrige Quarzfrequenz kann mit vergleichsweise geringem Aufwand, also mit nur wenigen Teilerstufen, auf einen Impuls pro Sekunde heruntergeteilt werden. So wurden an die Mikroelektronik, die in dieser Zeit noch in den Anfängen steckte, geringstmögliche Anforderungen gestellt. Doch die Elektronik ent-

wickelte sich rasant, die bipolare Technik wurde schnell von hoch integrierten CMOS-Schaltkreisen mit geringer Stromaufnahme abgelöst. Auch im Bereich der Quarze blieb die Entwicklung nicht stehen. Bald gab es einfach und billig herzustellende, robuste und kleine 32-kHz-Stimmgabelquarze, die sich rasch verbreiteten und bis heute verwendet werden. Als Exoten wurden in wenigen Uhren auch linsenförmige Megahertz-Quarze verwendet, von denen man sich allerbeste Gangresultate versprach.

Als elektromechanische Wandler, die zur Übertragung der unteretzten Quarzfrequenz auf das Zeigerwerk dienen, wurde nahezu alles verwendet, was entweder verfügbar und bewährt oder denkbar war. Die Typenvielfalt reicht von Blattfederschwingern über Torsionschwinger, Stimmgabelschwinger, Unruhschwinger und Schrittschaltwerke bis hin zu den Schrittmotoren, die sich letztendlich durchgesetzt haben.

Die folgenden Bilder zeigen unterschiedlichste Werke von analogen Quarz-Armbanduhren. Neben der Kaliberbezeichnung sind (in Klammern) das Erscheinungsjahr, die Quarzfrequenz sowie die Abmessungen angegeben. Konstruktive Besonderheiten werden erläutert.

CEH Beta 21

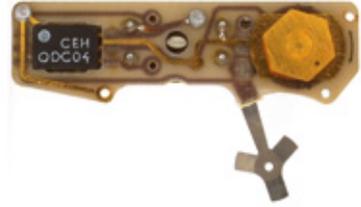
(1970 / 8.192 Hz / 24,3 mm x 29,0 mm)



Vom CEH (Centre Electronique Horloger) entwickelte und in Kleinserie gebaute (6000 Stück) erste Quarzuhr der Schweiz. Die Quarzfrequenz wird mittels einer fünfstufigen Teilerschaltung auf 256 Hz reduziert. Ein von der heruntergeteilten Quarzfrequenz angeregter Blattfederschwinger, dessen Metallklinge mit 256 Hz schwingt, treibt über ein Klinkensystem das Zeigerwerk an. Der Sekundenzeiger bewegt sich gleichmäßig, ohne erkennbare Sprünge, da er jede Sekunde 256 winzige Schritte ausführt.

CEH Beta 21

Detailansicht der Elektronik-Platine. Links im Bild die bipolare Schaltung mit Oszillator-Schaltkreis und fünf binären Teilerstufen (Teilungsverhältnis 32), rechts ist der Trimm-Kondensator zum Feinabgleich der Quarzfrequenz zu sehen.

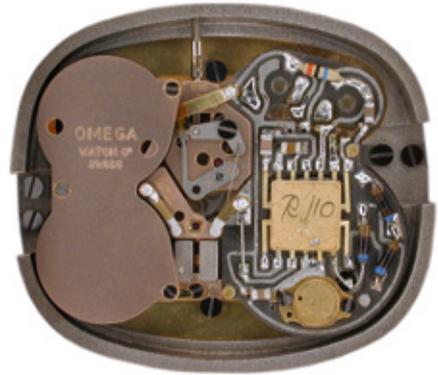
**CEH Beta 21**

Detailansicht der Rückseite der Elektronik-Platine mit dem großen, hermetisch gekapselten 8.192-Hz-Barrenquarz. Nach unten ragt die Batterie-Anschlussfeder heraus.

**Omega 1500 „Elephant“**

(1970 / 2.359.296 Hz bzw. 2,4 MHz / 35,5 mm x 29,5 mm)

Prototyp der späteren Omega 1510 „Megaquartz f 2,4 MHz“ mit linsenförmigem Hochfrequenz-Quarz. Die höchstintegrierte Schaltung enthält neben der Oszillatorschaltung eine analoge Teilerstufe (:6) mit einem Transformator, 17 Binärteiler (:131072) sowie einen weiteren Digitalteiler (:3). Die so erzeugten 1 Hz-Impulse steuern ein Schrittschaltwerk. Zum Betrieb dieser komplexen Elektronik waren zwei Batterien erforderlich, sie sind unter der Platine links im Bild verborgen.

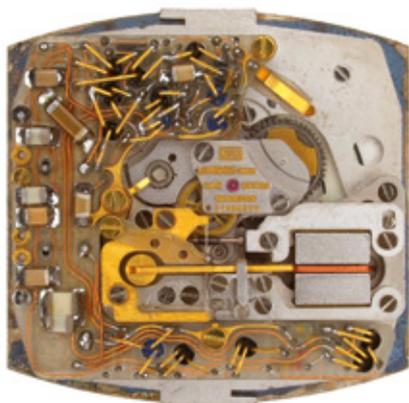
**Seiko 3823**

(1971 / 16.384 Hz / Ø 25,6 mm)

Frühes Seiko-Quarzwerk mit 16-kHz-Stimmabelquarz und Schrittmotor in einer besonders hochwertiger Ausführung, geprüft in sechs Lagen und bei verschiedenen Temperaturen. Nachdem im Dezember 1969 100 Exemplare des Kalibers 35 (8192 Hz) und 1970 weitere 1800 mit 16-kHz-Quarzen produziert wurden, erreichte die Kaliberserie 38 (entwickelt von Suwa Seikosha) ab 1971 eine breitere Käuferschicht.

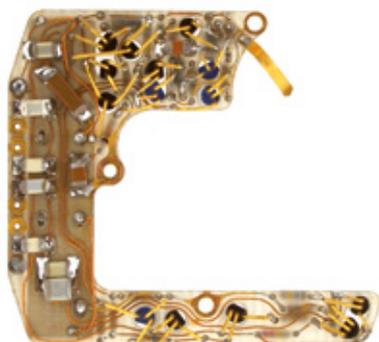


Longines 6512 „ULTRA-QUARTZ“
(1971 / 9.350 Hz / 33,0 mm x 28,4 mm)



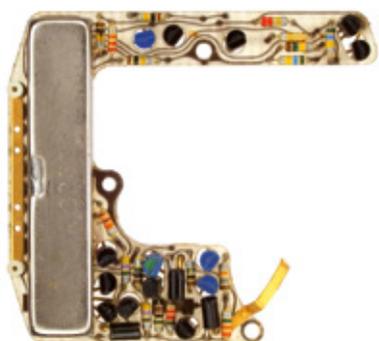
Diese ungewöhnliche Uhr enthält keine integrierte Schaltung, sie ist mit diskreten Miniatur-Bauelementen (14 Transistoren, 7 Kondensatoren 19 Widerstände) aufgebaut und wurde als „erste kybernetische Uhr der Welt“ vorgestellt. Neben dem Quarzoszillator gibt es einen 170-Hz-Torsionsschwinger als elektromechanischen Wandler. Dessen Frequenz wird mittels der elektronischen Schaltung jede Sekunde 170-mal mit der Quarzfrequenz verglichen – bei Abweichungen von der Sollfrequenz wird nachgeregelt.

Longines 6512 „ULTRA-QUARTZ“



Detailansicht der Elektronik-Platine. Bemerkenswert ist, dass die Miniatur-Transistoren „kopfunter“ in kreisförmige Aussparungen in die Platinen gesteckt und die kunstvoll von Hand gebogenen Anschlussdrähte von oben angelötet wurden. Dadurch erreichte man eine geringe Bauhöhe.

Longines 6512 „ULTRA-QUARTZ“



Detailansicht der Rückseite der Elektronik-Platine mit dem großen, hermetisch gekapselten 9.350-Hz-Barrenquarz. Rechts unten befindet sich die Batterie-Anschlussfeder.

Bulova 224 „Accuquartz“

(1972 / 32.768 Hz / Ø 29,7 mm)

Dieses Werk basiert auf dem Stimmgabel-Kaliber 218 (360 Hz), jedoch wurde die Stimmgabel modifiziert. Sie schwingt hier mit 341,33 Hz und dient nur noch als elektromechanischer Wandler. Den Takt gibt ein 32-kHz-Barrenquarz mit nachgeschaltetem Digitalteiler (Teilungsfaktor 96) vor, dessen Ausgangssignal von 341,33 Hz die Stimmgabel ansteuert und mit der Quarzfrequenz synchronisiert.

**Girard-Perregaux GP 350**

(1972 / 32.768 Hz / Ø 30,0 mm)

Links befindet sich der 32-kHz-Barrenquarz, darüber die integrierte CMOS-Schaltung, daneben ist der Schrittmotor angeordnet. Er bekommt jede Sekunde einen Impuls und treibt das Zahnrad aus weißem Kunststoff an. Das rosafarbene, kreisrunde Bauteil ist der Trimmkondensator zur Feineinstellung der Quarzfrequenz.

**Seiko 3922**

(1972 / 16.384 Hz / 24,4 mm x 28,0 mm)

Im Seiko-Konzern arbeiteten unabhängig voneinander mehrere Firmen an Quarz-Armbanduhren. Neben Suwa Seikosha (siehe Seiko 3823) entwickelte auch Daini Seikosha eigene Modelle. 1970 wurden 1000 Stück vom Kaliber 36 produziert, zwei Jahre später war die ähnlich aufgebaute Serie 39 in nennenswerten Stückzahlen verfügbar. Das abgebildete Kaliber 3922 hat einen 16-kHz-Barrenquarz, dessen Frequenz digital heruntergeteilt wird und ein Schrittschaltwerk ansteuert. Der Betrieb erforderte zwei Batterien.



Arctos 375

(1972 / 32.768 Hz / Ø 31,0 mm)



Rückseitige Ansicht des Arctos-Quarzwertes. Viel ist nicht zu sehen, nur eine großflächige Platine mit Aussparung für die Batterie. Erst nach Abschrauben dieser Platine erkennt man Details (siehe folgende Abbildungen) des in zwei Ebenen aufgebauten Werkes.

Arctos 375

Detailansicht der Rückseite der Platine, dem elektronischen Teil des Werkes. Auffällig ist der ungewöhnlich große 32-kHz-Quarz. Benachbart angeordnet sind die integrierte Schaltung und der Trimmkondensator. Jede Sekunde wird ein etwa 30 Millisekunden langer Impuls erzeugt und über eine Leitspirale (zwischen den roten Kunststoffarmen angeordnet) an das Schrittschaltwerk weitergeleitet.

Arctos 375

Detailansicht des unter der Elektronikplatine liegenden mechanischen Werkteils. Oben ist das Schrittschaltwerk mit einer beweglichen Spule zu sehen. Es arbeitet nach dem Galvanometerprinzip: Die Spule wird von einem Stromimpuls ausgelenkt und anschließend durch Federkraft in die Ruhelage zurückgedreht. Über einen Klinkenmechanismus wird jede Auslenkung in eine Drehbewegung umgesetzt. So wird erreicht, dass der Sekundenzeiger des Zeigerwerkes mit jedem Impuls um eine Sekunde weiter springt.

Junghans 666 „astro quartz“

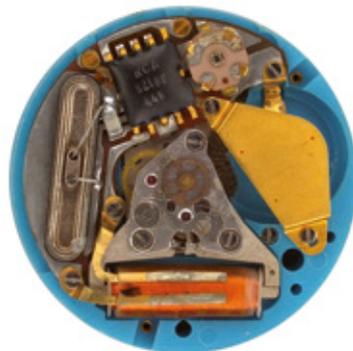
(1972 / 32.768 Hz / Ø 30,0 mm)

Die integrierte Schaltung enthält drei Baugruppen: Oszillator, Teilerkette und Ausgangsverstärker. Der Ausgang liefert Sekundenimpulse an das Schrittschaltwerk, dessen Ankerklauen in ein Fortschalttrad mit 60 Zähnen eingreift und es jede Sekunde um einen Zahn weiterbewegt. Das Fortschalttrad ist im Zentrum des Werkes zu erkennen, auf seiner Achse befindet sich der Sekundenzeiger.

**Roamer MST 900 „Micro-Quartz“**

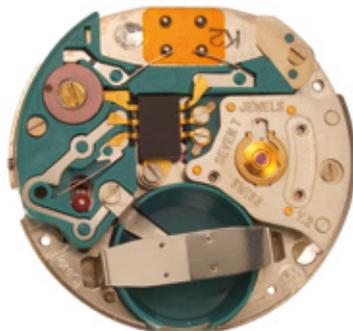
(1972 / 32.768 Hz / Ø 30,0 mm)

Modular aufgebautes, in ein Kunststoffteil eingebettetes Quarzwerk mit 32-kHz-Barrenquarz, integrierter Schaltung, Trimmer und 1-Hz-Schrittschaltwerk. Die Baugruppen, auch die elektrischen, sind miteinander verschraubt!

**ESA 9180 „Swissonic 1000“**

(1972 / 32.768 Hz / Ø 29,0 mm)

Die ersten Ausführungen dieser ESA-Entwicklung benutzten für den 15-stufigen Teiler (zur Reduktion der 32-kHz-Quarzfrequenz auf 1-Hz-Impulse für die Ansteuerung des Schrittmotors) eine bipolare integrierte Schaltung. Sie wurde bald ersetzt durch einen stromsparenden CMOS-Chip, der schon kurz darauf zur Verfügung stand.

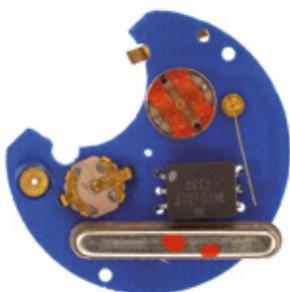


Benrus H0101 „Techniquartz“
(1972 / 32.768 Hz / Ø 25,9 mm)



Interessanter „Umbau“ eines mechanischen ETA-Kalibers 2620 zu einem Quarzwerk: Über den modifizierten Mechanikteil wurde eine Elektronik-Platine mit Quarz, integrierter Schaltung, Trimmkondensator und 1-Hz-Schrittmotor gesetzt.

Benrus H0101 „Techniquartz“



Detailansicht der Rückseite der Elektronik-Platine mit 32-kHz-Barrenquarz, integrierter Schaltung, Trimmkondensator und Schrittmotor. Über das Ritzel des Schrittmotors wird die Verbindung zum mechanischen Werkteil hergestellt.

Benrus H0101 „Techniquartz“



Detailansicht des mechanischen Werkteils. Er wird erst nach Abnahme der Elektronik-Platine sichtbar.

ESA 9240

(1972 / 32.768 Hz / 17,5 mm x 21,4 mm)

Erstes analoges Quarz-Damenarmbanduhrwerk, in Zusammenarbeit mit Lip entstanden. Verwendet wurde ein 32-kHz-Barrenquarz in Verbindung mit einem 1-Hz-Schrittmotor.

**Golay 7743 „µQuarz“**

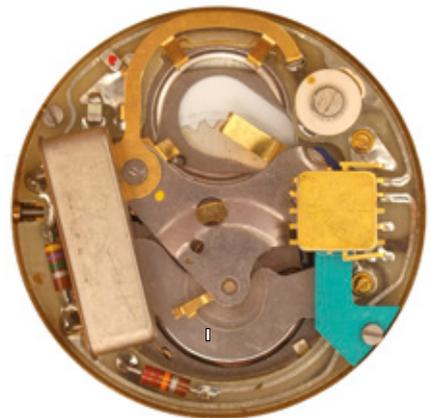
(1972 / 32.768 Hz / Ø 30,5 mm)

Aufwändig konstruiertes Werk mit einem quarz-synchronisierten 4-Hz-Unruhmotor. Die Frequenz des 32-kHz-Barrenquarzes wird mittels CMOS-IC auf 4 Hz heruntergeteilt und zur Speisung des Unruhmotors (unten im Bild) verwendet, der seinerseits das Zeigerwerk antreibt. Durch diese Konstruktion führt der Sekundenzeiger kleine Schritte (wie eine mechanische Uhr) und keine Sekundensprünge aus. „Quarzuhr mit Seele“ nannte das die Werbung.

**Timex M62**

(1972 / 49.152 Hz / Ø 33,4 mm)

Basierend auf dem Timex-Kaliber M40 (kontaktgesteuert mit Unruh und beweglicher Spule). Hier werden durch Teilung drei Impulse pro Sekunde aus der Frequenz eines speziellen 49.152-Hz-Barrenquarzes abgeleitet und zum 3-Hz-Unruhmotor geleitet. Diese Weiterleitung geschieht über den immer noch vorhandenen Kontakt des unverändert verwendeten Kalibers M40! In einer Patentschrift ist genau erläutert: Die Frequenz des Unruhmotors stellt sich so ein, dass der Antriebsimpuls immer genau dann kommt, wenn der mechanische Schalter geschlossen ist. In diesem Zustand schwingt die Unruh synchron zur Quarzfrequenz, also quarzgenau.





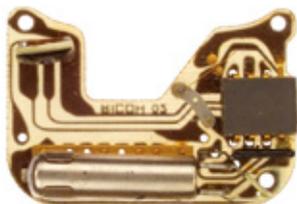
Ricoh 550 „Riquartz“

(1972 / 32.768 Hz / 29,0 mm x 24,4 mm)

Rechteckiges Kaliber, ausgerüstet mit 32-kHz-Stimmgabelquarz und 1-Hz-Schrittmotor. Zur Stromversorgung werden zwei Batterien benötigt. Zum Feinabgleich der Quarzfrequenz gibt es hier keinen Trimmkondensator, sondern es werden sechs Keramikkondensatoren verwendet. Diese lassen sich mit Schrauben zu- oder abschalten, bis die erforderliche Gesamtkapazität erreicht ist. Im Bild (links oben) sind die zwei mittleren Kondensatoren zugeschaltet.

Ricoh 550 „Riquartz“

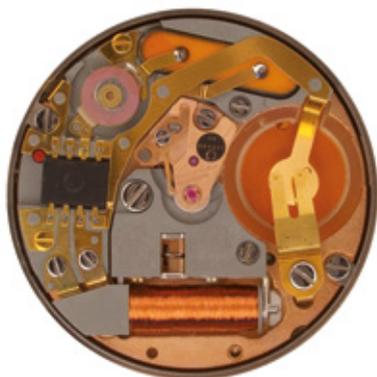
Detailansicht der Rückseite der Elektronik-Platine mit dem Stimmgabelquarz und der integrierten Schaltung.



Omega 1310

(1972 / 32.768 Hz / Ø 29,0 mm)

Modular aufgebautes Quarzwerk mit 1-Hz-Schrittmotor, das komplett im Hause Omega entwickelt und in großer Stückzahl produziert wurde. Oben im Bild sieht man den Barrenquarz, links daneben den Trimmkondensator.



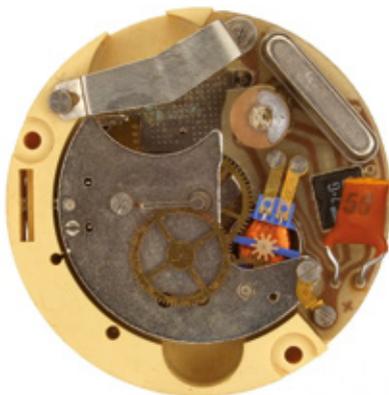
Omega 1510 „MEGAQUARTZ f 2,4 MHz“
(1972 / 2.359.296 Hz bzw. 2,4 MHz / 25,6 mm x 31,0 mm)

Zwei Jahre nach Vorstellung des Prototypen vom Kaliber 1500 (s. weiter oben) kam diese bemerkenswerte Uhr mit linsenförmigem 2,4-MHz-Quarz und 1-Hz-Schrittschaltwerk auf den Markt. Sie wurde zusammen mit dem Batelle-Institut in Genf entwickelt. 1974, also noch einmal zwei Jahre später, erlangten erste Uhren mit dem nahezu baugleichen Kaliber 1511 am Observatorium Neuenburg den Titel „Marinechronometer“. Sie gingen als genaueste Armbanduhren der Welt in die Geschichte ein.



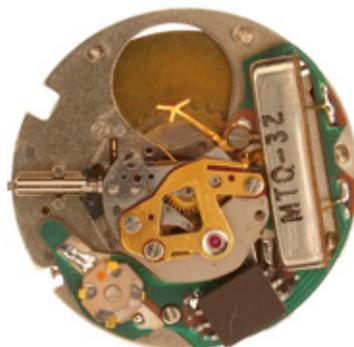
Ruhla 28
(1972 / 32.768 Hz / Ø 32,2 mm)

Auf der Basis des mechanischen Armbanduhrenkalibers Ruhla 24 wurde diese Quarzversion entwickelt. An Stelle der Gangpartie findet man hier den 1-Hz-Schrittmotor, dessen Antriebsritzel das konventionelle Zeigerwerk antreibt. Ein Kunststoffteil umgibt den mechanischen Werkteil und nimmt die Batterie und die Platine mit den elektronischen Bauteilen (Quarz, Trimmkondensator, integrierte Schaltung, Kondensator) auf.



Bifora B12
(1973 / 32.768 Hz / Ø 29,0 mm)

Unter Verwendung zahlreicher Komponenten des Elektronik-Werkes B10 entstand zunächst dieses Quarzwerk für Herrenuhren mit einem großen Barrenquarz. Dieser wurde schon bald durch einen viel kleineren Stimmgabelquarz ersetzt. Das ermöglichte dann auch eine Reduzierung des Werkdurchmessers und führte 1975 zum praktisch identisch aufgebauten Damenkaliber B20 (Ø 20,5 mm),



PUW 5000

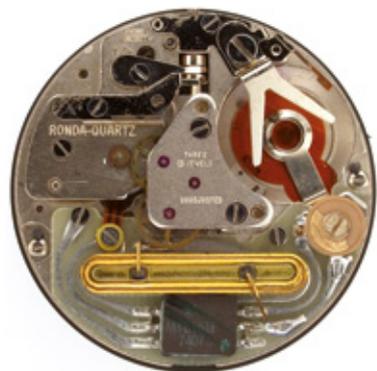
(1973 / 65.536 Hz / Ø 28,5 mm)



Dieses Werk basiert auf dem Kaliber PUW 1000 mit dem 4-Hz-Unruhmotor. Die ungewöhnliche Quarzfrequenz von 65.536 Hz wird über Teilerstufen um den Faktor 16.384 (14 Binärstufen) auf eine Ausgangsfrequenz von 4 Hz heruntergeteilt und zur Ansteuerung des Unruhschwingers verwendet. Der Unruhschwinger wird so mit der Quarzfrequenz synchronisiert und dient lediglich als elektromechanischer Wandler.

Ronda 1377

(1973 / 32.768 Hz / Ø 29,0 mm)



Die hier gezeigte erste Ausführung verwendet einen 32-kHz-Barrenquarz in Verbindung mit einem 1-Hz-Schrittmotor. Schon 1974 wurde unter gleicher Kaliberbezeichnung eine modifizierte Version mit einem kleinen Stimmgabelquarz und neu gestalteter Elektronikplatine herausgebracht.

Lip R33

(1974 / 32.768 Hz / Ø 29,5 mm)



Französisches Quarzwerk mit 32-kHz-Stimmgabelquarz und 1-Hz-Schrittmotor. Ein Jahr zuvor, 1973, wurde bereits ein sehr ähnlich aufgebautes, in geringer Stückzahl hergestelltes Vorserienmodell mit der Kaliberbezeichnung R32 präsentiert.

Enicar 320 „Superquartz“

(1975 / 32.768 Hz / Ø 26,4 mm)

Enicar-Eigenentwicklung mit Barrenquarz und 1-Hz-Schrittmotor, wurde ausschließlich in Enicar-Uhren verbaut. Auffällig ist die helle Keramikplatine mit dem darin versenkt eingebauten Schrittmotor. Die Stromzuführungen zum Motor sind als flexiblen Leiterbahnen ausgeführt und mit der Elektronikplatine nicht verlötet, sondern verschraubt.

**Citizen 8630 „Crystron“**

(1976 / 32.768 Hz / Ø 25,9 mm)

Die Ausstattungsmerkmale der 8600er Kaliberfamilie: 32-kHz-Stimmgabelquarz, CMOS-IC und Lavet-Schrittschaltmotor. Damit war der heute noch gebräuchliche Standard erreicht. Es gab eine Vielzahl von Varianten, darunter auch die weltweit erste analog anzeigende Solar-Armbanduhr mit vier ins Zifferblatt eingesetzten Solarzellen.

**Rolex 5035 „Oysterquartz“**

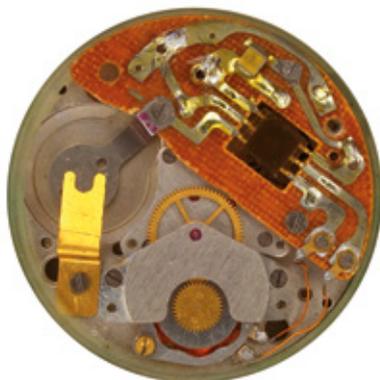
(1977 / 32.768 Hz / Ø 29,7 mm)

Hochwertiges, einziges von Rolex selbst entwickeltes und gebautes Quarzwerk mit 32-kHz-Stimmgabelquarz und Schrittschaltwerk. Die Werkplatinen sind mit Genfer Streifen versehen. Es wurde bis etwa 2003 angeboten, auch in einer Version mit Tag und Datum (Kaliber 5055).



Luch 3050

(1977 / 32.768 Hz / Ø 30,0 mm)



Von diesem ersten sowjetischen Quarzwerk für Armbanduhren wurde 1977 eine Nullserie von 1000 Stück produziert. Die Platine für die Elektronik ist aus Pertinax (anders als bei den westlichen Produkten, wo Epoxid oder Keramik zur Anwendung kommt). Der Schrittmotor wird mit relativ dicken Kupferlackdrähten (unten links) mit der Elektronikplatine verbunden. Entwickelt wurde das Kaliber vom Ministerium für Elektroindustrie – das erklärt möglicherweise die Verwendung von Pertinax und Kupferlackdraht.

Luch 3055

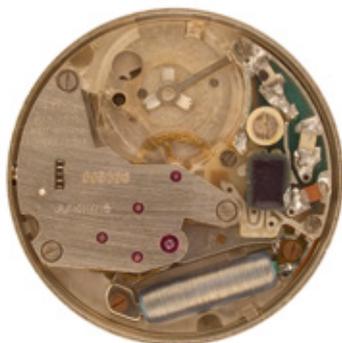
(1977 / 32.768 Hz / Ø 30,0 mm)



Ein Unruhschwinger, synchronisiert von einem Quarz, bildet das Herzstück dieser zweiten sowjetischen Quarzuhr. Vermutlich wurden mechanische Baugruppen des weiter oben vorgestellten Elektronikwerkes Luch 3045, also der russischen Jungmans-600-Kopie, verwendet. Die Gravur „SU“ auf dem Unruhkloben weist auf die Herkunft der Uhr hin, außerdem ist oben im Bild die Luch-Bildmarke zu sehen.

Junghans 667.26 „Chronometer quartz 4 MHz“

(1978 / 4.194.304 Hz bzw. 4 MHz / Ø 25,6 mm)



Quarzwerk mit der ungewöhnlich hohen Quarzfrequenz von 4 MHz (genau 4.194.304 Hz). Über 22 Binärstufen wird ein 1-Hz-Schrittmotor angesteuert. Der hochfrequente Quarz hat Linsenform. Mit diesem Werk ausgestattete Armbanduhren waren individuell nummeriert und als Chronometer zertifiziert.

7. Zur Vervollständigung: Erste vollelektronische, digitale LED- und LCD-Quarz-Armbanduhrwerke

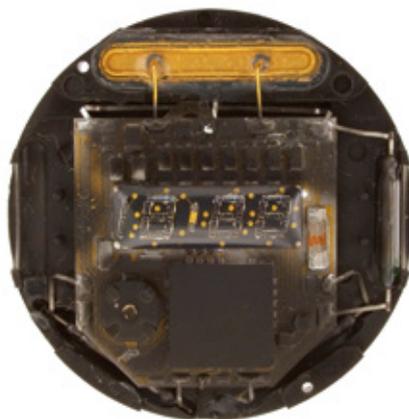
Die vollelektronische Quarz-Armbanduhr hat weder Zeiger noch bewegte mechanische Teile. Sie zeigt die Zeit digital an, also mit Ziffern. Es gibt LED- und LCD-Uhren. LED steht für „Light-Emitting Diode (Leuchtdiode)“, LCD für „Liquid Crystal Display (Flüssigkristallanzeige)“. LED-Anzeigen leuchten rot, sind insbesondere bei Dunkelheit gut ablesbar. Allerdings haben sie einen erheblichen Stromverbrauch, daher kann die Zeit bei diesen Uhren nur auf

Knopfdruck und auch nur für wenige Sekunden angezeigt werden. LCD-Anzeigen dagegen arbeiten nahezu stromlos, können also permanent eingeschaltet bleiben. Jedoch ist Fremdlicht zum Ablesen erforderlich. Dazu kann bei Dunkelheit per Drücker eine Miniatur-Glühlampe aktiviert werden. LED-Uhren wurden nur in den 1970er Jahren gebaut, LCD-Uhren sind auch heute noch weit verbreitet.

Hamilton „Pulsar“

(1972 / 32.768 Hz / Ø 35,0 mm)

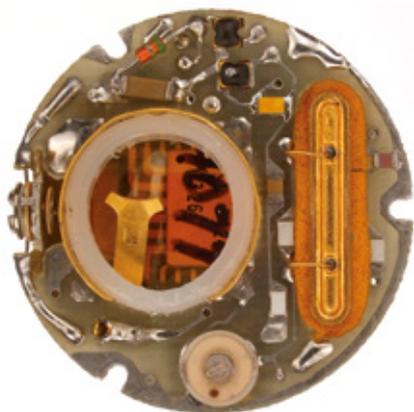
Erste LED-Armbanduhr der Welt, im Mai 1970 vorgestellt, aber erst zwei Jahre später verfügbar. Auf einer großen Keramikplatine sind schemenhaft die integrierte Schaltung und ein Trimmkondensator (unten) sowie diverse weitere Bauteile zu erkennen. Oben liegt der 32-kHz-Barrenquarz. Zentral angeordnet befindet sich die LED-Anzeige. Sie wird aktiviert, indem man einen im Gehäuse angeordnet, mit einem Permanentmagneten bestückten Drücker betätigt. Dadurch wird der am rechten Bildrand sichtbare Reed-Kontakt geschlossen, und in der Anzeige erscheint rot leuchtend die Zeit. Zum Betrieb werden zwei Batterien benötigt, sie werden rückseitig ins Werk eingesetzt.



Hamilton „Pulsar“

Detailansicht der aktivierten Anzeige. Angezeigt werden Stunde und Minuten, voneinander getrennt durch einen Doppelpunkt. 7-Segment-Anzeigen bilden die Ziffern, wobei jedes Segment wiederum aus fünf einzelnen Leuchtdioden besteht.





Optel

(1972 / 32.768 Hz / Ø 33,0 mm)

Auch von dieser ersten LCD-Uhr existierten 1970 schon Prototypen, in den Verkauf ging sie aber wie die Hamilton LED-Uhr ebenfalls erst 1972. Das Optel-Werk ist in zwei Etagen aufgebaut. Die hier gezeigte untere nimmt die große Batterie, den 32-kHz-Barrenquarz sowie diverse diskrete Bauelemente auf, die obere Platine ist beidseitig mit integrierten Schaltkreisen und der Anzeigeeinheit bestückt.



Optel

Detailansicht der oberen Platine mit Flüssigkristall-Anzeige. Wie bei der LED-Uhr werden die Ziffern ebenfalls aus sieben Segmenten gebildet. Der Doppelpunkt zwischen Stunde und Minuten blinkt im Sekundentakt. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass diese erste Generation einer Flüssigkristall-Anzeige nach dem Prinzip „Dynamic Scattering“ arbeitete. Kurz darauf wurde der „Twisted-Nematic-Typ (TN)“ eingeführt, der ständig verbessert wurde und bis heute in LCD-Uhren zu finden ist.

Literatur

1. **Fried, Henry B.:** The Electric Watch Repair Manual. B. Jadow & Sons, New York, USA, 1965
2. **Schmiedlin, Franz:** Elektrische und elektronische Armbanduhren. Edition Scriptor S.A., Lausanne, Switzerland, 1970
3. **Schindler, Georg:** Uhren-Elektronik. Bielefelder Verlagsanstalt, Bielefeld, 1972
4. **Glaser, Günther:** Quarzuhrentechnik. Verlag Wilhelm Kempter KG, Ulm/Donau, 1979
5. **Doensen, Pieter:** Watch, History of the Modern Wristwatch. P.T.M. Doensen, Utrecht, The Netherlands, 1994
6. **Bielefeld, Claus-Ulrich:** Elektrik am Handgelenk. Engelsdorfer Verlag, 2002
7. **Forrer, Max; Le Coultre, René; Beyner, André; Oguey, Henri:** L'aventure de la montre à quartz. Centredoc, Neuchâtel, Suisse, 2002
8. **Rondeau, René:** The Watch of the Future. Published by René Rondeau, Corte Madeira, CA, USA, 2006
9. **Trueb, Lucien F.:** Zeitzeugen der Quarzrevolution. Editions "Institut L'Hommes et le Temps", La Chaux-de-Fonds, Suisse, 2006
10. **Ramm, Günther:** Zum 50. Geburtstag der elektrischen Armbanduhr. In: DGC Jahresschrift, Band 46, 2007
11. **Ramm, Günther:** Die Laco electric - vom Prototyp zum Serienmodell. In: DGC Jahresschrift, Band 48, 2009
12. **Trueb, Lucien F.; Ramm, Günther; Wenzig, Peter:** Die Elektrifizierung der Armbanduhr. Erscheint im Ebner-Verlag, 2011

Bildnachweis

Alle Werkabbildungen © Günther Ramm