

Volker Effinger

# Meilensteine

Die Evolution elektronischer Musikinstrumente





# Die Evolution elektronischer Musikinstrumente

Diplomarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien

vorgelegt am 6. Juni 2007 von Volker Effinger [14196]  
an der Hochschule der Medien, Stuttgart.

1. Prüfer: Prof. Oliver Curdt
2. Prüfer: Prof. Dr. Johannes Schaugg





# Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und mich keinerlei fremder Hilfe bedient habe.

Es wurden nur die in der Arbeit genannten Quellen und Hilfsmittel benutzt.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet.

Übersetzungen aus anderen Sprachen wurden - falls nicht anders angegeben - von mir selbst vorgenommen.

Diese Arbeit hat in dieser oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Stuttgart, den 6.6.2007

Volker Effinger



# Inhaltsverzeichnis

Erklärung .....5  
Einführung.....9

## INSTRUMENTE

Harmonic Telegraph (1876) .....11  
Elisha Gray und das elektrische Badezimmer

Singing Arc (1899) .....18  
Wie bringt man eine Strassenlaterne zum Singen ?

Telharmonium (1901) .....23  
Das musikalische Elektrizitätswerk

Audion Piano (1915) .....34  
Lee De Forest's „Quak-O-Fon“

Optophonic Piano (1916) .....42  
Kubo-Futuristische Lichtspiele

Theremin (1917) .....47  
Äthermusik und Abhörwanzen

Ondes Martenot (1928) .....58  
Ätherische Wellen am stählernen Draht

Trautonium (1930) .....67  
Mixturen und subharmonische Vogelschreie

Hammond Orgel (1935) .....82  
Von Uhrwerken und Tonrädern

Electronic Sackbut (1945) .....104  
Die elektrische Beinahe-Posaune

RCA Synthesizer (1952) .....113  
Das Orchester nach US-Army-Spezifikationen

Nachwort .....125  
Dank .....127



# Einführung

Wann, denken sie, wurde das erste elektronische Musikinstrument gebaut ? Diese Frage habe ich vielen Menschen gestellt.

Ich erhielt recht unterschiedliche Antworten. Einige tippen auf die sechziger Jahre, in Verbindung mit dem Namen Moog. Nicht schlecht. Andere wagen sich weiter vor : Die 40er, schließlich gab es da auch schon Fernsehen. Ja, besser.

Auf die richtige Antwort kam indessen keiner : Der Musical Telegraph wurde - sage und schreibe - anno 1876 entwickelt.

Und es gibt noch mehr Überraschungen : Wer hätte gedacht dass die Vogelschreie in Alfred Hitchcock's „Die Vögel“ in Wirklichkeit von einem Trautonium (Baujahr 1930) erzeugt wurden ? Dass die gruseligen Töne im Soundtrack von „Ghostbusters“ von einem Ondes Martenot (Baujahr 1928) stammen ? Dass im Beach-Boys-Song „Good Vibrations“ ein Theremin zu hören ist, welches 1917 erfunden wurde und gespielt wird, ohne es zu berühren ?

Um so mehr verwundert es, dass es bisher kaum Literatur über diese Epoche der Instrumentenentwicklung gibt. Sicher, die eingesetzte Technologie bringt uns heute eher zum Lächeln. Und doch ist es verblüffend, mit welcher Genialität oft ein paar einfache Bauteile zusammengefügt wurden, um einen Klang zu erzielen, der uns manchmal noch heute beeindruckt.

Mindestens so interessant wie die Instrumente selbst sind die Schicksale ihrer Erfinder. Was war das für eine Zeit, in der Dampflokomotiven und erste Farbfernsehsysteme friedlich koexistierten ? Was brachte einen Erfinder dazu, genau dieses Instrument zu dieser Zeit zu entwickeln ? Warum verdiente der eine Millionen, während der andere frustriert und verarmt aufgeben musste ?

Es ist unmöglich, alle diese Instrumente vorzustellen. Zu viele gab es, zu viele Informationen sind für immer verloren. Ziel dieser Arbeit soll es deshalb sein, anhand einiger exemplarischer „Eckpfeiler“ die Entwicklung nachvollziehbar zu machen, die in den 1960er Jahren den Synthesizer und seinen unvergleichlichen Siegeszug erst möglich machte, und die Menschen dahinter vorzustellen.



# Harmonic Telegraph (1876)

Elisha Gray und das elektrische Badezimmer



**Abb.1 : Der Harmonic Telegraph**

Quelle : [www.obsolete.com/120years](http://www.obsolete.com/120years)

## Technik

Der Harmonic Telegraph war vermutlich das erste elektronische Musikinstrument überhaupt. Seine Tonerzeugung bestand aus elektromagnetisch betätigten Metallzungen.

Er besaß eine 2-Oktaven umfassende Klaviertastatur. Dadurch, dass jede Taste eine eigene Metallzunge besaß, war das Instrument vollpolyphon spielbar.

Spätere Modelle besaßen eine Art Lautsprecher, der aus einem Diaphragma (dünne, biegsame Membrane) bestand, die in einem Magnetfeld platziert war, welches sie zum Schwingen brachte.

Vermutlich war auch eine einfache Klangregelung („Tone Wheel Control“) in die späteren Modelle integriert.<sup>1</sup>

## Funktionsprinzip

Ein Elektromagnet zog eine Metallzunge nach unten. Dadurch wurde aber die Stromversorgung des Elektromagneten unterbrochen, da die Metallzunge auch als Schalter in dessen Versorgungsspannung geschaltet war. Bei ausgeschaltetem Elektromagneten schnellte die Metallzunge aber zurück. Da nun die Metallzunge wieder in Ihrer Ausgangsposition war, war aber der Kontakt wieder geschlossen. Dadurch wurde der Elektromagnet wieder eingeschaltet und das Spiel begann von neuem.

All dies läuft so schnell ab, dass die Vibration der Metallzunge als Ton hörbar wird.

## Verwandtschaften

Wurlitzer und Fender Rhodes Piano aus den 1960er Jahren arbeiten ebenfalls mit Metallzungen als Tonerzeuger. Diese werden allerdings mit den Hämmern einer Klaviermechanik angeschlagen und über ein Tonabnehmersystem verstärkt.

## Entwicklung

Eigentlich arbeitete Elisha Gray nicht an der Entwicklung eines Musikinstruments. Genau genommen wollte er eher ein Verfahren entwickeln, mit dem man mehrere telegrafische Botschaften gleichzeitig über eine einzige Leitung schicken konnte.

Die Telegrafie war damals neu und die einzige Möglichkeit, wichtige Nachrichten binnen Stunden an weit entfernte Plätze zu schicken. Entsprechend groß war der Bedarf, was einen permanenten Mangel an freien Leitungen verursachte.

Diesem Problem versuchte Gray Herr zu werden, indem er - anstatt einfach eine Gleichspannung ein und auszuschalten - die Nachrichten als kurze und lange Töne auf die Telegrafienleitung gab.

Zur Erzeugung dieser Töne benutzte er Metallzungen, die er über Elektromagneten mit Selbstunterbrecherkontakten zum Schwingen brachte. Am anderen Ende der Telegrafienleitung befand sich eine Metallzunge mit exakt derselben Länge, wie die Sende-

metallzunge. Wenn Gray nun mehrere Töne gleichzeitig auf die Leitung gab, kam am anderen Ende jeder Ton auf einer anderen Empfängerzunge heraus, nämlich auf jener, die dieselbe Länge wie Ihre Sendezunge hatte.

Nun musste man die Töne nur noch im Takt der Morsezeichen ein und ausschalten und man konnte bis zu vier verschiedene Telegramme auf einer einzigen Leitung verschicken.

Elisha Gray nannte diese Erfindung den „Harmonic Telegraph“.

Während der Entwicklung dieser Gerätschaft begab es sich nun, dass der Erfinder merkwürdige, von Gelächter unterbrochene Geräusche aus seinem Badezimmer hörte.

Als er sich aufmachte, die Ursache des Aufruhrs zu ergründen, fand er im Badezimmer seinen Neffen, zusammen mit einer Horde kleinerer Kinder vor.

Der Knabe hatte sich einen von Grays Tongeneratoren unter den Nagel gerissen. Er hatte den Stromkreis unterbrochen und hielt den einen Draht in der Hand, während er den anderen mit der Zinkbadewanne verbunden hatte.

Wenn der Junge nun die Badewanne berührte, begann diese - sehr zur Freude der kleineren Kinder - einen Ton von sich zu geben! Die Höhe des Tones blieb immer gleich, sie entsprach genau der Tonhöhe des Tongenerators.

Nachdem Elisha Gray das Jungvolk aus dem Badzimmer gescheucht hatte, beschäftigte er sich selber mit der wahnwitzigen Apparatur. Er stellte fest, dass der Wechselstrom die Badewanne zum Schwingen brachte, und dass der Ton lauter wurde, je fester er sie berührte.

Er ersetzte die etwas unhandliche Badewanne zunächst durch ein Zinkwaschbecken, dann durch ein Stück geerdetes, galvanisiertes Blech, erweiterte den Tongenerator um eine zweite Frequenz und meldete das Ganze im April 1874 zum Patent an.

Das Patent wurde abgelehnt. Begründung : Man könne keine Schaltung patentieren, in der ein Mensch vorkäme.

Also ersetzte Elisha Gray den Menschen durch verschiedene organische Objekte, von tierischem Gewebe, über Leder bis hin zu Austernmuscheln.

Im Februar 1876 wurde das Patent dann schließlich bewilligt.

Da er nun wusste, wie man Töne auf elektronische Art erzeugt, fragte er sich, wie man Musik auf diese Art erzeugen und eventuell über eine Telegrafentelegraphenleitung übertragen konnte. Zunächst baute er eine Geige, die auf dem Prinzip des elektrischen Badezimmers aufbaute. Als diese zufriedenstellend funktionierte, wagte er sich an ein grösseres Projekt.

Er nahm 24 seiner Metallzungen-Tongeneratoren, baute sie in ein Holzgehäuse und stattete das ganze mit einer zwei Oktaven umfassenden Pianotastatur aus. Diese Apparatur konnte gespielt werden wie ein Musikinstrument und die erzeugte Musik auch noch telegraphisch übertragen.

Der Musical Telegraph, das erste elektronische Musikinstrument, war geboren !

Eindrucksvolle Demonstrationen seiner Erfindung gab Gray im Mai und Juni 1874 in New York.

Am 29. Dezember 1874 stellte Gray sein Instrument in der Presbyterian Church in Highland Park, Illinois erstmals der breiten Öffentlichkeit vor. Laut einer erhaltenen Zeitungsbekanntmachung präsentierte er „Bekannte Melodien durch eine Fernschreiberleitung“. Die Demonstration wurde ein Erfolg und Gray hatte damit so nebenbei das allererste Konzert für elektronische Musik veranstaltet.<sup>3</sup>

Danach kehrte er nach Chicago zurück und widmete sich mit weiteren Erfindungen der Verbesserung der Telefon- und Telegraphentechnik.<sup>2</sup>

## Der Erfinder

Elisha Gray war Lehrer, Erfinder und Unternehmer. Geboren 1835 in Barnesville Ohio, schaffte er es bereits mit 9 Jahren, einen funktionsfähigen Telegrafen zu bauen. Durch den frühen Tod seines Vaters bereits mit 12 Jahren zum Broterwerb gezwungen, absolvierte er zunächst Ausbildungen als Grobschmied, Zimmermann



**Abb.2 : Elisha Gray**

Quelle : [www.obsolete.com/120years/](http://www.obsolete.com/120years/)

und Bootsbauer. Seine natürliche Affinität zur Elektrik ließ ihn aber nicht los, sodass er ab 1856 am Oberlin College in Ohio Physik studierte. Sein Studium finanzierte er durch die gleichzeitige Arbeit als Zimmermann, was ihn aber so viel Energie kostete, dass er nach 5 Jahren Studium noch einmal 5 Jahre benötigte, um seine Gesundheit wieder herzustellen.

Überhaupt war Elisha Gray ein ziemliches Arbeitstier. Überlieferungen zufolge überarbeitete er sich sehr oft bis zur Krankheit, eine Angewohnheit, die er mit Alexander Graham Bell, seinem Hauptkonkurrenten bei der späteren Entwicklung des Telefons, teilte.

Gray bekam 1867 sein erstes Patent zugesprochen. Im Laufe seines Lebens sollten daraus mehr als 70 werden, die meisten davon auf dem Gebiet der elektronischen Signalübertragung. So erfand er zum Beispiel einen Drucker für Telegraphengeräte, eine Eingabetastatur für Telegraphen und eine elektrische Ansaageeinrichtung für Aufzüge und Hotels.

Die meisten seiner Erfindungen verkauften sich gut, vermutlich weil er sich 1869 mit dem Unternehmer Enos Barton zusamm tat, der sich um deren Vermarktung kümmerte. Die beiden gründeten eine Firma für Elektrotechnik, die Gray 1876 wieder verließ, um sich auf seine Erfindungen und deren Verwertung zu konzentrieren.

Interessanterweise wurde eine spätere Inkarnation dieser Firma (die Western Electric) zum Hauptlieferanten für Telefenteile an die Firma Bell, die wiederum Elisha Gray's Hauptkonkurrenten bei der Telefonentwicklung, Alexander Graham Bell, gehörte.<sup>2</sup>

Bell hatte - unabhängig von Gray - ein einigermaßen funktionsfähiges Telefon entwickelt, das, wie Bell später zugab, auf Prinzipien basierte, die der Deutsche Philipp Reis bereits 1860 verwirklicht und dem Physikalischen Verein in Frankfurt am Main vorgestellt hatte.

(Bei dieser Gelegenheit wurde die Erfindung übrigens als „unwichtig“ und als „Spielerei“ abgetan).<sup>3</sup>

Gray und Bell reichten die Entwürfe für ein Telefon am selben Tag, nämlich am 14. Februar 1875 beim Patentamt ein. Interessanterweise finden sich auf Bells Anmeldeunterlagen Anmerkungen über ein auf Flüssigkeit basierendes Mikrofon, welche in seinem Forschungen zuvor nicht aufgetaucht waren. Diese Anmerkungen zeigten überraschend grosse Übereinstimmungen mit Unterlagen, die zwei Stunden vorher von Elisha Gray eingereicht wurden. Wie sie auf Bell's Papiere kamen, ist bis heute nicht vollständig geklärt. Einen diesbezüglichen Rechtsstreit verlor Gray. Deshalb gilt heute Alexander Graham Bell als Erfinder des Telefons.

Trotz einiger Frustration über diese Affäre ließ sich Gray nicht hängen, erfand unbeirrt weiter und erzielte damit weiterhin gute Erfolge.

So stellte er 1893 den „Teleautograph“ vor, ein Gerät, das durch eine Konstruktion von zwei Seidenschnüren, die an einem Bleistift befestigt waren, Handschrift und Zeichnungen über eine Telegrafenerleitung übertragen konnte. Ein früher Vorfahr der Faxmaschine.

Außerdem unterrichtete Elisha Gray ab 1880 als Professor für dynamische Elektrizität am Oberlin College in Ohio.

Er starb am 21. Januar 1901 in Newtonville, Massachusetts.<sup>2</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Simon Crab : 120 Years Of Electronic Music. [[http://www.obsolete.com/120\\_years/](http://www.obsolete.com/120_years/)] (Zugriff am 14.2.2007)].
- <sup>2</sup> Elisha Gray Biography. [[http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/gray\\_elisha.html](http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/gray_elisha.html)] (Zugriff am 14.2.2007)].
- <sup>3</sup> Elisha Gray. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Elisha\\_Gray](http://en.wikipedia.org/wiki/Elisha_Gray)] (Zugriff am 16.2.2007)].

## Singing Arc (1899)

Wie bringt man eine Strassenlaterne zum Singen ?



**Abb.3 : Bogenlampe**

Quelle : [www.obsolete.com/120years](http://www.obsolete.com/120years)

### Technik

Der „Singende Lichtbogen“ verwendet eine Bogenlampe, wie sie ab 1899 in europäischen Städten zur Strassenbeleuchtung eingesetzt wurde, als Tongenerator. Diese Lampen geben einen Ton von sich, der - je nach Höhe der angelegten elektrischen Spannung - seine Frequenz ändert.

Das Originalinstrument bestand aus einer Bogenlampe und einer Tastatur, die verschiedene Spannungen an diese anlegte, sodass Melodien gespielt werden konnten.<sup>1</sup>

Überlieferungen zufolge variierte der Klang zwischen einem tieffrequenten Brummen und einem nervtötenden, hohen Pfeifen.<sup>2</sup>

Eine tiefergehende Klangbeeinflussung war mit dem Singing Arc nicht möglich.<sup>3</sup>

Der Singing Arc war das erste elektronische Instrument, das hörbare Töne ohne Zuhilfenahme des Telefonnetzes erzeugen konnte.<sup>1</sup>

## Funktionsprinzip

Bogenlampen besitzen zwei Kohleelektroden, zwischen denen beim Anlegen einer ausreichend hohen elektrischen Spannung ein dauerhafter Lichtbogen („Blitz“) auftritt. (Bogenlampen werden noch heute z.B. in Projektoren eingesetzt.) Bei diesen Lampen bildet sich zwischen zwei Kohleelektroden ein dauerhafter Lichtbogen („Arc“), der neben gleissender Helligkeit auch einen Ton abgibt.

Ändert man nun die Höhe der angelegten Hochspannung, so ändert sich auch die Frequenz des abgegebenen Tones. William Duddell machte sich dies zunutze, indem er eine Tastatur an die Lampe anschloss, die verschieden hohe Spannungen an die Lampe anlegte.<sup>1</sup> Diese Spannungen waren so gewählt, dass Melodien gespielt werden konnten.

Lichtbogenlampen wurden wegen ihrer grossen Helligkeit wegen auch in Flak-Scheinwerfern eingesetzt. Heute kennt man sie hauptsächlich als Lichtquelle in Projektionsgeräten.<sup>4</sup>

In der Strassenbeleuchtung wurden sie durch Thomas Edisons Glühlampe und später durch die heute noch gängigen Neonröhren ersetzt.

## Verwandtschaften

Die Tonerzeugung des Singing Arc findet sich in keinem anderen Instrument wieder.

Allerdings wurde der Singing Arc zehn Jahre nach seiner Erfindung von Thadeus Cahill bei öffentlichen Vorführungen seines Telharmoniums eingesetzt.<sup>5</sup>

## Entwicklung

Als London's Strassen ab 1899 mit den damals neuen Bogenlampen beleuchtet wurden, wurde die Geräuschemission dieser - gegenüber Gaslampen - fortschrittlichen Beleuchtungsart zum Problem. Ganz London sirrte und brummte des Nachts in den unterschiedlichsten Tonarten. (Die elektrisch schwächer versorgten Aussenbezirke sumteten vermutlich etwas tiefer als die Innenstadt.)

Schliesslich wurde der Physiker William Du Bois Duddell damit beauftragt, herauszufinden, wie man dieses enervierende Geräusch beseitigen könnte. Er begann zu experimentieren und stellte fest, dass sich die Frequenz proportional zur angelegten Spannung veränderte. Um dies zu demonstrieren, baute sich Duddell eine Tastatur, die verschiedene Spannungen an die Bogenlampe anlegte. Und siehe da : Damit liess sich tatsächlich Musik erzeugen !

Diesen ersten funktionsfähigen „Singenden Lichtbogen“ präsentierte er kurz darauf einer Gruppe Londoner Elektroingenieure.

Während dieser Präsentation wurde festgestellt, dass andere (Strassen-)Lampen in der Umgebung, die an das selbe Stromnetz angeschlossen waren, die Musik ebenfalls spielten.<sup>1</sup> Die Ingenieure spekulierten daraufhin, ob nicht eine Verbreitung von Musik über das Stromnetz möglich wäre.<sup>5</sup>

Dies wurde nie realisiert und der „Singing Arc“ kam leider nie über den Status einer Kuriosität hinaus. Duddell tourte mit dem Instrument zwar durch England, meldete aber niemals ein Patent darauf an, und unternahm auch sonst keine weiteren Schritte zu dessen Verbreitung.<sup>6</sup>

Es ist nicht einmal bekannt, ob Duddell es denn nun tatsächlich schaffte, das Summen der Lampen zu beseitigen.

Allerdings wurde das Prinzip des Singing Arc von dem im dänischen Kopenhagen ansässigen Ingenieur Valdemar Poulsen aufgegriffen. Dieser brachte - mittels einiger Weiterentwicklungen - den Arc dazu, weitaus höhere Töne zu singen, nämlich Radiowellen.

Sein 1903 in England eingereichtes Patent machte Anfang der 20er Jahre die Entwicklung des Langwellen-Radiosenders möglich.<sup>7</sup>

So haben wir wohl unseren heute so selbstverständlichen Radioempfang zum Teil dem Singing Arc zu verdanken.

## Der Erfinder

William du Bois Duddell wurde 1872 in Grossbritannien geboren. Durch seine Ausbildung an verschiedenen prestigeträchtigen Privatschulen brachte er es schnell zum Rang eines Elektro-Physikers.<sup>3</sup>

Später machte er etliche wegweisende Erfindungen, vor allem auf dem Gebiet der Mess- und Regeltechnik. Ihm verdanken wir unter



**Abb.4 : William Duddell**

Quelle : <http://chem.ch.huji.ac.il/~eugenik/history/duddell2.jpg>

anderem das - heute aus der Elektronik nicht mehr wegzudenkende - Oszilloskop.<sup>5</sup>

Duddell bekam 1912 die Hughes-Medaille verliehen, eine von der Royal Society verliehene Auszeichnung für originäre Entdeckungen auf dem Gebiet der Physik. (Weitere Preisträger dieser Medaille waren u.a. Niels Bohr, Alexander Graham Bell und Stephen Hawking).<sup>8</sup>

1913 wurde Duddell zum Präsidenten der IEE (Institute of Electric Engineers) gewählt.<sup>1</sup> Vier Jahre später verstarb er.<sup>3</sup>

Zur Erinnerung an Ihn wurde 1923 von der Physical Society die Duddell Medaille eingeführt. Sie wird jährlich an einen Menschen verliehen, der durch die praktische Anwendung von Physik zur Vermehrung des wissenschaftlichen Know-How beigetragen hat.<sup>1</sup>

## Quellen

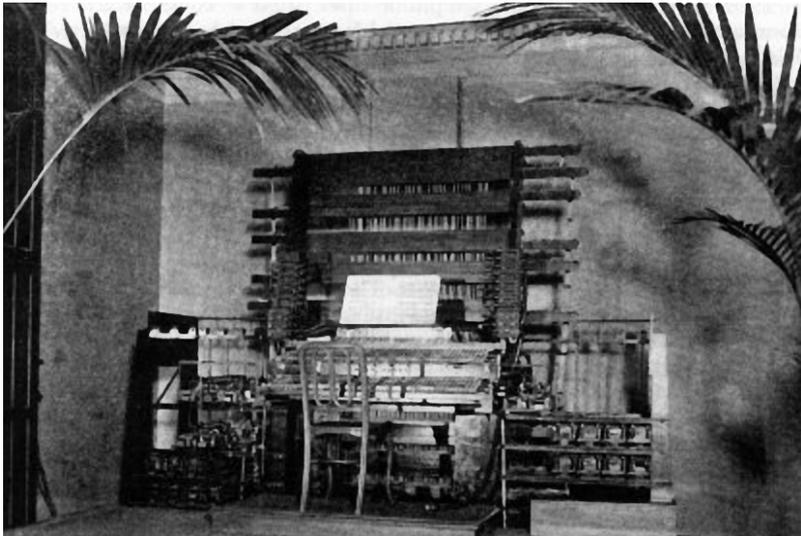
- <sup>1</sup> William Duddell. [<http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/people.php?taid=&id=1234785&lid=1>] (Zugriff am 18.2.2007)].
- <sup>2</sup> Timeline - History of the Synthesizer. [<http://www.synthmuseum.com/magazine/time0010.html>](Zugriff am 18.2.2007)].
- <sup>3</sup> William Duddell. [[http://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Duddell](http://en.wikipedia.org/wiki/William_Duddell)] (Zugriff am 22.2.2007)].
- <sup>4</sup> Bogenlampe. [<http://de.wikipedia.org/wiki/Bogenlampe>] (Zugriff am 23.2.2007)].
- <sup>5</sup> William du Bois Duddell. [<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugenik/history/duddell.html>](Zugriff am 19.2.2007)].
- <sup>6</sup> Simon Crab : William Du Bois Duddell and the „Singing Arc“(1899). [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/arc/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/arc/index.html)] (Zugriff am 24.2.2007)].
- <sup>7</sup> Valdemar Poulsen. [[http://www.acmi.net.au/AIC/POULSEN\\_BIO.html](http://www.acmi.net.au/AIC/POULSEN_BIO.html)] (Zugriff am 25.2.2007)].
- <sup>8</sup> Hughes Medaille. [<http://de.wikipedia.org/wiki/Hughes-Medaille>] (Zugriff am 25.2.2007)].

## Literatur

Johannes Abele: Die Lichtbogenlampe. Deutsches Museum, München  
1995, ISBN 3-924183-31-7.

# Telharmonium (1901)

Das musikalische Elektrizitätswerk



**Abb.5 : Der Spielfisch des Telharmoniums**

Quelle : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/5/56/Telharmonium1897.jpg>

## Technik

Das Telharmonium war wahrlich ein gewaltiges Instrument. Es wog 200 Tonnen, war 20 Meter lang und kostete 200000 Dollar.<sup>4</sup> Gespielt wurde es über eine anschlagsdynamische (!! ) Tastatur und besaß Zugregister, die denen einer Pfeifenorgel ähnelten. Damit konnten Sinusschwingungen verschiedener Oktaven gemischt und zu neuen Klängen kombiniert werden. Das Telharmonium kann somit der erste Synthesizer mit additiver Synthese als Tonerzeugung bezeichnet werden.

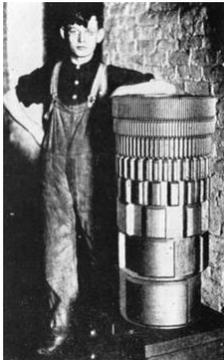
Leider sind keinerlei Aufzeichnungen von Klang des Telharmoniums erhalten. Zeugenaussagen zufolge klang es ähnlich wie eine Pfeifenorgel, nur weicher, konnte aber auch etliche andere Instrumente (wie z.B. eine Oboe) imitieren. Der Bass soll etwas dünn gewesen sein, die Höhen etwas dumpf.

Da es zu dieser Zeit weder elektrische Verstärker noch Lautsprecher gab, wurden zur Wiedergabe meist modifizierte Telefonapparate mit aufgesetzten Holztrichtern verwendet. Je nach Leitungslänge und Qualität des Wiedergabeapparates traten dann oft Verzerrungen auf, die sich zum Teil als Klicken am Tonanfang äusserten.

Generell lesen sich die erhaltenen Beschreibungen aber fast durchweg positiv, manchmal fast schwärmerisch.<sup>1</sup>

## Funktionsprinzip

Das Telharmonium funktionierte mittels rotierender Trommeln, in die sinusförmige Erhebungen eingearbeitet waren. (Ähnlich den Zacken eines Zahnrades, nur eben sinusförmig).



**Abb.6 : Dynamotrommel**

Quelle : <http://www.medienkunstnetz.de/assets/img/data/3597/bild.jpg>

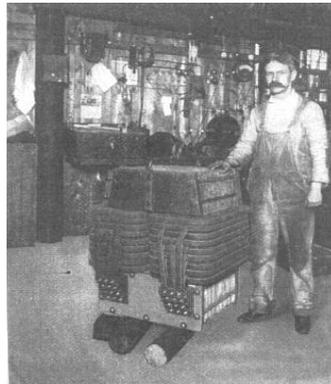
Die Rotation der Trommeln führte diese Erhebungen an einer Spule vorbei, in der damit (per Induktion) eine Spannung erzeugt wurde. Der Verlauf dieser Spannung entsprach genau der Form der Erhebungen auf der Trommel, war also ebenfalls sinusförmig.

Mit unterschiedlich grossen Trommeln, verschiedenen Drehzahlen und Erhebungen in unterschiedlichen Abständen war es möglich, eine Vielzahl unterschiedlicher Töne zu erzeugen. (Cahill nannte diese Generatoren „Dynamo“, daher der ursprüngliche Name des Telharmoniums : „Dynamophon“).

Da elektrische Verstärker noch nicht erfunden waren, fand die Wiedergabe über das Telefonnetz statt. Damit man nicht den Hörer an das Ohr halten musste, um die Musik zu hören, wurden spezielle, mit Klavierlack beschichtete Holztrichter an die Telefone gebaut, welche, ähnlich einem Grammophontrichter, die Lautstärke erhöhten.

Trotzdem musste das Signal extrem stark sein, um eine ausreichende Lautstärke zu erzielen. Da man das Signal nicht verstärken konn-

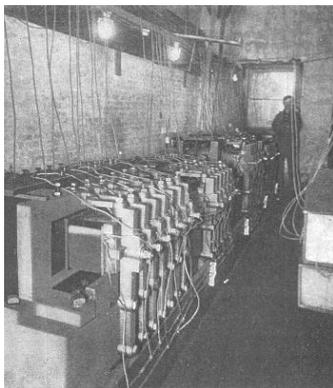
te, musste es eben stark genug generiert werden. Dies führte dazu, dass die Tontrommeln über einen Meter hoch waren und die abnehmenden Magnete entsprechend gross. Ein einziger dieser Generatoren leistete bereits 14000 Watt.<sup>1</sup> Die Tonmischeinrichtungen, welche die Signale der einzelnen Generatoren zusammenbrachten, waren riesige Spulen und der Ausgangsstrom des Telharmoniums muss bei rund 20000 Ampere gelegen haben.



**Abb.7 : Soundmixer**

Quelle : <http://earlyradiohistory.us/1906tel4.jpg>

Technisch gesehen war das Telharmonium also eigentlich ein Elektrizitätswerk, mit dem man zufälligerweise auch noch Musik generieren konnte. Die Tongeneratoren funktionierten exakt wie Turbinen, mit dem Unterschied, dass sie statt einem normalen 50 Hz-Wechselstrom auch noch unzählige andere Frequenzen erzeugen. Und die Schaltanlagen, die all diese Ströme kontrollierten und verteilten, waren eben Tastaturen, Fuschweller und Zugregister.



**Abb.8 : Technik im Keller**

Quelle : <http://earlyradiohistory.us/1906tel4.jpg>

Genau wie ein Elektrizitätswerk sah es auch aus. (Oder, laut Zeugenaussagen, wie der Maschinenraum eines Schiffes.) Die Technik des Telharmoniums nahm den kompletten Keller eines Fabrikgebäudes ein. Im Erdgeschoss stand dann lediglich der Spieltisch, der einer grösseren Orgel ähnelte.<sup>4</sup>

## Verwandtschaften

Die 1935 erschienene Hammond-Orgel ist im Prinzip ein Miniatur-Telharmonium. Die Tonerzeugung ist fast exakt dieselbe, konnte aber, durch die Verfügbarkeit von elektronischen Verstärkern um ein Vielfaches kleiner gebaut werden.

Bis in die 1980er Jahre wurden die Wähl- und Ruftöne des Telefonsystems auf dieselbe Weise produziert wie bei Telharmonium und Hammond-Orgel, nämlich mittels rotierender Tonräder, die elektromagnetisch abgenommen wurden.

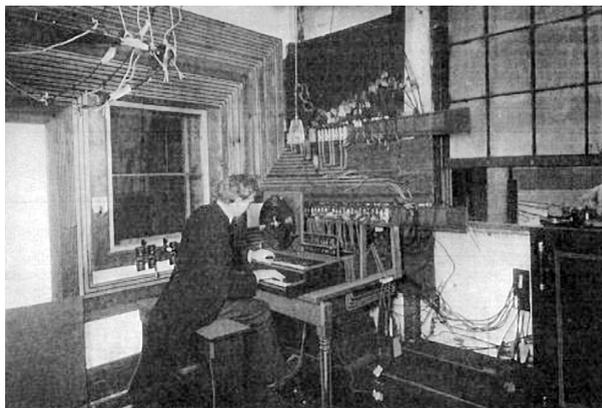
## Entwicklung

Thaddeus Cahill experimentierte in den 1890ern mit der Übertragung von Musik durch Telefonleitungen. Es funktionierte, aber, da es keine Verstärker gab (sie wurden erst 1920 erfunden), musste das Schallereignis vor dem Mikrofon schon sehr laut sein. Trotzdem musste man auf der Empfängerseite noch immer den Hörer direkt an das Ohr halten, um überhaupt etwas wahrnehmen zu können.

Unzufrieden mit den Ergebnissen experimentierte Cahill mit Holzhörnern, die er mit Klavierlack beschichtete und auf die Telefonhörer montierte. Das funktionierte schon besser. Ein starkes Eingangssignal war aber immer noch vonnöten. Cahill wusste, dass ein elektrischer Generator (oder Dynamo) eine Wechselspannung generierte, die man als Ton hörbar machen konnte, wenn man ihn an einen Telefonhörer anschloss. Je grösser der Generator war, je lauter der Ton. Wenn er nun also mehrere Generatoren ausreichender Grösse hätte, einen für jeden Ton in der Tonleiter, müsste er in der Lage sein, durch das einfache Schalten oder Kombinieren ihrer Ausgänge Musik zu generieren.

Seine Idee war, das bestehende Telefonnetz zu benutzen, um Musik in Restaurants, Hotels und Privathaushalte zu transportieren.<sup>5</sup> So schrullig der Vertrieb von Orgelmusik heute auch anmutet, war seine Idee 1890 doch extrem revolutionär. „Musik auf Knopfdruck“ war damals pure Science Fiction.

Das Radio war noch nicht erfunden und der Phonograph noch nicht sehr verbreitet. Um Musik zu hören brauchte man Musiker. Jedes grössere Restaurant hatte damals sein eigenes Orchester (manche bis zu 4), von denen jedes 40 Mann stark war. Restaurantmusiker gehörten damals zu den besten und bestbezahlten Arbeitern. Zusammengenommen ergaben ihre Gehälter allein in New York innerhalb eines Jahres eine Million Dollar.<sup>1</sup> Könnte man also diese Musiker durch ein Telharmonium-Abonnement ersetzen, hätte man eine Menge Geld gespart und obendrein noch mehr Platz im Restaurant.



**Abb.9 : Der Telharmonium-Prototyp**

Quelle : <http://earlyradiohistory.us/1906tel1.jpg>

Basierend auf dieser Geschäftsidee begann Cahill, seine Maschine auszuarbeiten und meldete sie 1896 zum Patent an. 1898 bekam er das US-Patent 580,035 für „Art of and Apparatus for Generating and

Distributing Music Electrically.“ zugesprochen. Dass Cahill in dieser Patentschrift das Wort „synthetisieren“ benutzt, wird oft als Beweis dafür gewertet, dass das Telharmonium tatsächlich der erste Synthesizer war. Auf jeden Fall war aber der Weg frei zum Bau des ersten Telharmoniums.

Thaddeus Cahill machte sich ans Werk. 3 Jahre später, 1901 war der erste Prototyp fertig. Eine vergleichsweise simple Version mit 35 rotierenden Zylindern, einer anschlagsdynamischen 7 Oktaven-Tastatur und einem Gesamtgewicht von 7 Tonnen.<sup>5</sup> Jetzt mussten Geldgeber her, um die „richtige“ Version zu bauen. Man organisierte ein „Fundraising Dinner“ im Maryland Club in Baltimore, zu dem man hauptsächlich Geschäftsleute und Bankiers einlud. Die Besucher waren nicht schlecht beeindruckt, als sie Händels „Lar-

go“ über den riesigen Trichter hörten, den man auf dem Telefonhörer befestigt hatte. Noch beeindruckter waren sie, als sie erfuhren, dass die Musik per Telefonleitung aus dem viele Meilen entfernten Washington übertragen wurde. Insgesamt war die Veranstaltung ein voller Erfolg und ermöglichte den Bau des zweiten, eigentlichen Telharmoniums.

Im Sommer 1902 wurde hierzu die New England Electric Music Company in Holyoke, Massachusetts gegründet. Cahill bekam eine riesige Werkstatt und machte sich mit seinen Brüdern George und Arthur, sowie 50 weiteren Leuten an die Arbeit.<sup>5</sup>

1906 war das neue Telharmonium fertiggestellt. Es besass 145 Generatoren, wog 200 Tonnen und enthielt 2000 Elektrische Schalter. Nun sollte New York damit beschallt werden. Cahills Firma schloss Verträge mit der New York Telephone Company zur verteilung der Musik über das Telefonnetz, dann wurde das Instrument komplett zerlegt, nach New York transportiert und im Gebäude Ecke 39th Street/Broadway wieder installiert. Dieses Gebäude sollte nunmehr „Telharmonic Hall“ heissen.<sup>5</sup> Die Leistung dieses neuen Instrumentes war so gross, dass etwas 20000 Abonnennten mit jeweils einer Stromstärke von 1 Ampere versorgt werden konnten.

Lokale Musikergrößen wurden angestellt und die ersten öffentlichen Konzerte fanden statt. Sie wurden von Publikum und Presse einhellig bejubelt. Gespielt wurde klassische Musik : Bach, Chopin, Grieg, Rossini ect.<sup>4</sup> Man fragte sich, warum jemand angesichts eines solchen Wunders jemals wieder eine Gitarre spielen oder ein Saxofon blasen sollte. (Bei einem dieser Konzerte wurde übrigens William Duddell's Singing Arc zusammen mit dem Telharmonium gespielt !)<sup>6</sup>

Die angesagtesten Restaurants und Nobelhotels abonnierten den Dienst fast auf der Stelle : Louis Sherry's, das Casino Theatre, das Waldorf Astoria Hotel, das Normandie Hotel und das Museum für Naturgeschichte. Simultan fanden in der Telharmonic Hall weitere öffentliche Konzerte statt, zu denen oft hochgestellte Persönlichkeiten wie z.B. Giacomo Puccini erschienen. Der Schriftsteller Mark Twain lobte das Instrument in den höchsten Tönen und war einer der ersten privaten Abonnenten des Telharmonium Dienstes.<sup>15</sup>

Der italienische Komponist Ferruccio Busoni war so begeistert von dem Instrument, dass ihn zum Verfassen seines „Entwurf einer neuen musikalischen Esthetik“ veranlasste, welcher zur Inspiration einer neuen Generation von Komponisten Elektronischer Musik wie z.B. Edgar Varèse und Luigi Rusolo wurde. Man könnte dies als die Geburtsstunde der elektronischen Musik betrachten.<sup>4</sup>

Doch die Probleme liessen nicht auf sich warten : Durch die hohe Leistung, mit der die Musik übertragen wurde, war das Übersprechen in benachbarte Telefonleitungen sehr stark, sodass gewöhnliche Telefongespräche plötzlich öfters ungefragterweise mit Musik untermalt waren. Davon abgesehen hatte das Telharmonium die unangenehme Eigenschaft, regelmässig die Sicherungen in den Vermittlungstischen der Telefongesellschaft durchbrennen zu lassen. Sie waren für derart hohe Leistungen nicht ausgelegt.

Cahills Firma handelte eiligst neue Verträge aus, sodass sie eigene Kabel durch New Yorks Strassen legen konnte. Nach einigem Verhandeln durfte sie das zwar, gelöst wurde das Problem dadurch allerdings nicht : Da die externen Kabel direkt neben die Telefonkabel gelegt werden mussten, blieb das Problem des Übersprechens bestehen.<sup>15</sup>

Das zweite Problem war noch gravierender : Bei 4 Konzerten täglich, von denen jedes 9 Stücke umfasste, hatten die Musiker kaum noch Gelegenheit zum üben. Dies war um so schlimmer, da das Telharmonium fast schon der Albtraum eines klassisch ausgebildeten Musikers war : Es wurden mindestens 2 Leute gebraucht um es zu bedienen.

Der eine spielte die Basslinie und begleitende Akkorde. Weiterhin bediente er seine eigenen Klangregler, einige von denen seines Partners, ein Fusspedal und eine separate, anschlagsdynamische Tastatur zur Kontrolle der Gesamtlautstärke. Der andere Musiker spielte die Melodie und die oberen Harmonien, bediente die Mehrzahl der Klangregler und ein separates Lautstärkepedal.

Cahill bestand auf reiner Stimmung und entwickelte Tastaturen, die 36 Noten pro Oktave hatten. Auch wenn dies sehr fortschrittlich war : Für klassisch geschulte Musiker eine erhebliche Umstellung. Obendrein mussten die Musiker die Gesamtstimmung des Instrumentes nachziehen, die tiefer wurde wenn die Geschwindig-

keit des Hauptmotors nachliess. Sie hatten ein Telefon, mit dem sie jederzeit Hilfe anfordern konnten...

Auch das Telharmonium selbst war nicht perfekt : Wenn zusätzliche Stimmen aktiviert wurden, liess, des grösseren Stromverbrauchs wegen oftmals die Gesamtlautstärke nach. Auch ein „grollender“ Klang der Bassnoten wurde moniert.<sup>4</sup> Alles in allem führte dies dazu, dass die musikalische Qualität in der zweiten Telharmonium-Saison doch sehr stark nachliess, was sich auch an der Zahl der Abonnenten und Konzertbesucher bemerkbar machte : Es wurden eher weniger als mehr.<sup>5</sup>

Funktechnik-Pionier Lee DeForest experimentierte einige Monate lang mit einer Funkübertragung des Telharmoniums. Leider waren aber die Störungen durch Statik und Morsesignale von Schiffen immens. Auch die Schiffsfunker fanden es nicht witzig, ihre Funksprüche mit verrauschter Musik begleitet zu hören. So musste DeForest seine Versuche schliesslich aufgeben.<sup>1</sup>

Die finanzielle Situation machte den kostenintensiven Betrieb des Telharmoniums immer schwieriger. Als das Telharmonium seinen Neuheitenstatus verlor, gab es noch immer nur wenige Abonnenten und das Einkommen der Firma war gleich null. Die Börsenpanik von 1907 sorgte zusätzlich für allgemeinen Geldmangel. Der Hauptinvestor Crosby verliess die Electric Music Company, als klar wurde, dass das Telharmonium niemals herkömmliche Instrumente und deren Spieler ersetzen würde.

Auch der Programmwechsel von klassischer Musik zu populäreren Showmelodien half nichts. Der Betrieb der riesigen Anlage wurde unmöglich. Im Februar 1908 fand in der Telharmonic Hall das letzte Konzert statt. Das Plaza Hotel, das jedes Zimmer mit Telharmonium-Empfängern ausgestattet hatte, klagte nun gegen die Firma, die ihren Vertrag nun nicht mehr erfüllen konnte.<sup>1</sup>

Thaddeus Cahill liess sich trotzdem nicht beirren. Er glaubte fest an den letztlichen Erfolg seines Instrumentes. Ein neuerlicher Versuch mit neuen Investoren wurde gestartet, das Telharmonium 2 wurde zerlegt und zurück nach Holyoke, Massachusetts gebracht. Dort begann er mit dem Bau seines dritten Megainstrumentes.

Auch das Telharmonium 3 wog 200 Tonnen, hatte allerdings zahlreiche Verbesserungen zu bieten. So besass es jetzt Standard-Klaviertastaturen, die in einigen Tonarten eine reine Stimmung ermöglichten, ausserdem grössere Magneten, um das Grollen in den Bässen zu beseitigen.<sup>4</sup> Im Februar 1912 hatte das Telharmonium 3 im Chapter Room in der Carnegie Hall Premiere. In einem kleinen Konzertraum im fünften Stock. Doch weder die Presse noch die Öffentlichkeit hatte grosses Interesse an der Wiederbelebung eines 6 Jahre alten Fehlschlages. Es wurden weiterhin fehlende Brillanz und viele andere Dinge bemängelt. Der allgemeine Tenor war nun, dass noch immer viele Verbesserungen am Klang des Telharmoniums notwendig wären.<sup>1</sup>

Durch die zwischenzeitlich vorgestellte Wurlitzer-Kinoorgel (die allerdings mit althergebrachten Orgelpfeifen funktionierte) hatte das Telharmonium seinen einzigartigen Status verloren. Auch öffentlicher Rundfunk stand in den Startlöchern und die Bevölkerung wartete sehnsüchtig darauf. Cahills Instrument hatte dagegen keine Chance mehr. Im Dezember 1914 musste die Telharmonic Company endgültig Konkurs anmelden. Das Telharmonium wurde zerlegt und zum Schrottwert verkauft.<sup>1</sup>

Im Jahre 1935, 2 Jahre nach dem Tod von Thaddeus Cahill, stellte der Uhrmacher Laurens Hammond eine miniaturisierte Version des Telharmoniums vor, die er die „Hammond Organ“ nannte. Die Klangerzeugung über „Tonewheel“ war praktisch mit Cahills „Dynamos“ identisch, allerdings konnte Hammond sie um ein Vielfaches kleiner bauen, da elektrische Verstärker mittlerweile verfügbar waren. Zu diesem Zeitpunkt waren 3 der Cahill Brüder bereits tot, die noch lebenden Angehörigen waren zu alt, um noch ein Patentverfahren anzustrengen.

Arthur Cahill hütete den Prototypen des Telharmoniums in New Jersey bis 1950 auf eigene Kosten. 1951 versuchte er, mittels eines offenen Briefes ein endgültiges Heim für das Instrument zu finden. Niemand hatte Interesse. Nach seinem Tod 1962, wurde auch dieses Telharmonium verschrottet. Heute existiert nicht einmal mehr ein einziges Teil von irgendeinem der Instrumente.<sup>1</sup>

Thaddeus Cahills ursprüngliche Vision von elektronischer Musik bewahrheitete sich allerdings : 1985 wurden erstmals mehr elektronische Musikinstrumente verkauft als herkömmliche, akustische Instrumente. Aus unserem täglichen Leben sind elektronische Klänge nicht mehr wegzudenken.<sup>1</sup>

Die Firma Kurzweil Musik Systems hielt 1986 eine Präsentationsveranstaltung im Maryland Club in Baltimore ab, genau dort, wo das Telharmonium 1900 präsentiert wurde. Interessanterweise ist dies genau die Firma, die mit dem Kurzweil 250 erstmals ein Keyboard vorstellte, welches ein Orchester wirklich täuschend echt emulieren konnte.<sup>1</sup>

## Erfinder



**Abb.10: Thaddeus Cahill**

Quelle : <http://www.ieee-virtual-museum.org/media/NQUKCJ7b8ils.jpg>

Thaddeus Cahill wurde am 18. Juni 1867 in einer kleinen Stadt in Iowa geboren. Er wuchs in Oberlin, Ohio auf (übrigens dasselbe Oberlin, in dem Elisha Gray, Erfinder des Harmonic Telegraph, studierte) und wurde zunächst von seinem Vater, Timothy Cahill, unterrichtet, der sein intellektuelles Talent bereits früh erkannt hatte. 1884 machte er seinen High School Abschluss als Bester und gleichzeitig Jüngster der Klasse. Danach studierte er Jura an der Columbia University (jetzt George Washington University), welches er 1893 mit einem Masters Degree abschloss. Cahill machte nie Gebrauch von seiner

rechtlichen Ausbildung und widmete sich fortan dem Erfinden.<sup>2</sup>

Zunächst entwickelte er eine elektrische Schreibmaschine, dann begann er, mit der Übertragung von Musik über Telefonleitungen zu experimentieren. Diese Experimente und sein natürliches Interesse für Musik führten ihn schliesslich zur Entwicklung des Telharmoniums, die ihn 20 Jahre lang beschäftigen sollte.<sup>2</sup>

Einige Jahre nach dem Scheitern des Telharmonium-Projektes erfand Thaddeus' Bruder George Cahill den Cahill Duplex Arc Floodlight, ein Flutlichtscheinwerfer, der zum ersten Mal Sportveranstal-

tungen bei Nacht möglich machte.<sup>1</sup> Thaddeus Cahill gründete daraufhin mit seinen Brüdern George und Arthur die „Cahill Brothers Company“, die sehr erfolgreich Flutlichtanlagen herstellte.

Thaddeus Cahill starb am 12. April 1934 an einem Herzanfall.<sup>2</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Reynold Weidenaar : Magic Music from the Telharmonium. The Scarecrow Press Inc., Metuchen, New Jersey and London 1995; ISBN 0-8108-2692-5.
- <sup>2</sup> Thaddeus Cahill. [<http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/people.php?taid=&id=1234781&lid=1> (Zugriff am 5.3.2007)].
- <sup>3</sup> Thomas L Rhea : The Telharmonium-A History of the First Music Synthesizer. In : Computer Music Journal, Vol. 12 #3, 1988.
- <sup>4</sup> Simon Crab : Thaddeus Cahill's „Dynamophone/Telharmonium“ [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/telharmonium/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/telharmonium/index.html) (Zugriff am 6.3.2007)].
- <sup>5</sup> Jay Williston : Thaddeus Cahill's Teleharmonium [<http://www.synthmuseum.com/magazine/0102jw.html> (Zugriff am 5.3.2007)].
- <sup>6</sup> Simon Crab : William Du Bois Duddell and the „Singing Arc“(1899). [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/arc/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/arc/index.html) (Zugriff am 4.3.2007)].

## Literatur

The Telharmonium : A History of the First Music Synthesizer by Reynold Weidenaar, Video-DVD, Magnetic Music Publishing Co. , New York, 1988.

## Audion Piano (1915)

Lee De Forest's „Quak-O-Fon“



**Abb.11 : Das Audion Piano**

Quelle : [http://chem.ch.huji.ac.il/~eugenik/history/deforest\\_piano.jpg](http://chem.ch.huji.ac.il/~eugenik/history/deforest_piano.jpg)

### Technik

Das Audion Piano war das erste Instrument, das Röhren zur Klangerzeugung benutzte. Es besaß eine Klaviertastatur und einen Schwingungsummer-Oszillator pro Oktave. Man konnte auf dem Instrument also nur einen einzigen Ton innerhalb einer Oktave spielen, Akkorde waren nicht möglich.<sup>1</sup> Doppelungen einer Melodie eine Oktave höher oder tiefer waren allerdings machbar.

Das Audion Piano verfügte über mehrere Ausgänge, die auf verschiedene Lautsprecher gegeben werden konnten, um eine räumlichen Wirkung zu erzielen.<sup>2</sup>

Die Wellenform der Oszillatoren war veränderbar, was dem Audion Piano eine enorme Breite an Klangvariationen ermöglichte. Laut Erfinder Lee De Forest konnte es Klänge produzieren, die „an eine

Violine, ein Cello, Holzblasinstrumente oder mit Dämpfer gespielte Blasinstrumente erinnern“, aber auch völlig neue Klänge, die man so noch nicht gehört hatte.

Schlecht eingestellt konnte es offenbar auch sehr energierend klingen, was den Erfinder veranlasste, ihm den Beinamen „Squawk-A-Phone“ (Quak-O-Fon) zu geben.<sup>1</sup>

## Funktionsprinzip

Als erstes Instrument verwendete das Audion Piano das Prinzip des Schwebungssummers zur Klangerzeugung. Hierbei kommen zwei Hochfrequenz-Oszillatoren zum Einsatz, die zunächst auf der gleichen Frequenz schwingen. Wird nun einer der Tongeneratoren (z.B. durch Tastatursteuerung) beeinflusst, ändert sich seine Tonhöhe, während die des anderen (unbeeinflussten) Oszillators gleich bleibt. Beim Zusammenmischen der Ausgangssignale der beiden Oszillatoren entsteht nun eine Schwebung, deren Frequenz genau dem Tonhöhenunterschied der beiden Oszillatoren entspricht.

Diese Schwebung liegt im Audiofrequenzbereich und wird als Ton hörbar gemacht.

## Verwandtschaften

Das Schwebungssummer-Prinzip findet sich im Theremin, im Ondes Martenot und zahlreichen weiteren Instrumenten wieder.

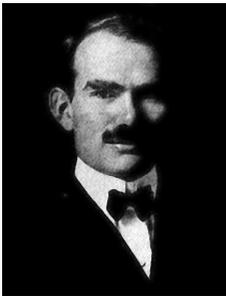
## Entwicklung

Kurz nachdem Lee De Forest mit dem Audion die erste Verstärkeröhre entwickelt hatte, entdeckte er, dass sie sich auch zum Bau eines Tongenerators verwenden liess, wenn er nur zwei Audions aufeinander losliess.<sup>6</sup> Nach vielen Experimenten und der Entdeckung, dass sich auch verschiedene Wellenformen auf diese Art erzeugen liessen, baute er daraus das Audion Piano.

De Forest stellte das Audion Piano 1915 erstmals der Öffentlichkeit vor. Dies geschah grösstenteils in der Gegend um New York. Dummerweise wurde er genau zu diesem Zeitpunkt in einen Aktienbetrugs-Skandal verwickelt, hinzu kamen einige Probleme finanzieller und rechtlicher Natur.

Als er endlich wieder zum Erfinden kam, konzentrierte er sich auf Rundfunktechnologie. Er versuchte nie, das Instrument in grösseren Stückzahlen herzustellen oder in Verkauf zu bringen.<sup>1</sup> De Forest plante eine grössere Version des Instruments, bei der jede Taste einen eigenen Oszillator haben sollte, sodass es vollpolyphon spielbar wäre. Ob dieses Instrument jemals gebaut wurde, ist nicht bekannt.<sup>6</sup> Die im Audion Piano erstmals verwendete Röhrentechnik dominierte den Bereich der elektronische Klangerzeugung bis zur Erfindung des Transistors in den 1960ern. Der Triodenverstärker befreite die Instrumente von der Notwendigkeit, das Telefonsystem als Wiedergabemedium zu benutzen.<sup>1</sup>

## Erfinder



**Abb.12: Lee De Forest**

Quelle : <http://chem.ch.huji.ac.il/~eugenik/history/deforest102.jpg>

Lee de Forest wurde am 26. August 1873 in Council Bluffs, Iowa geboren. Als Kind begeisterte er sich für alles Maschinelle und war fasziniert von den vielfältigen technischen Erfindungenschaften Ende des neunzehnten Jahrhunderts. Mit 13 war er bereits ein enthusiastischer Erfinder und baute Dinge wie z.B. einen Miniaturhochofen, eine kleine Lokomotive und eine funktionsfähige Versilberungs-Apparatur. Er genoss eine formelle „Upper Class“ Erziehung und besuchte die Mt. Hermon Boys School in Massachusetts. Dort war er - wenn man den

Biografien Glauben schenken will - nicht gerade der beliebteste Schüler. Meist wird vorsichtig davon berichtet, dass er „sehr selbstbewusst“ war und „extremen Wert auf Anerkennung“ legte. Was damit gemeint ist, mag sich jeder selbst zusammenreimen.

Jedenfalls versuchte Lee De Forest bereits während seiner Schulzeit Geld und Erfolg zu bekommen, indem er versuchte, Dinge zu erfinden, die er verkaufen oder bei Wettbewerben einreichen konnte. Leider war ihm mit beidem wenig Erfolg beschieden.<sup>3</sup>

1893 wechselte er zur Yale University. Eines Abends zapfte er dort das Universitäts-Stromnetz zu Experimentierzwecken an und brachte es fertig, die Stromversorgung des kompletten Campus lahm zu

legen. Dies führte unverzüglich zu seiner Entlassung. Nach einigem Hin und Her erhielt er aber doch noch die Genehmigung, seine Studien weiter zu führen und erhielt so schliesslich 1896 doch noch seinen Bachelor's Degree. Er blieb noch drei weitere Jahre in Yale und erhielt 1899 die Doktorwürde für seine Dissertation über Radiowellen verliehen.<sup>3</sup>

Lee De Forest hatte bereits Teile seines Studiums mit dem Erfinden von mechanischen Apparaten und Spielen verdient, er begann sich aber immer mehr für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und die Arbeiten von Heinrich Hertz und Guglielmo Marconi zu interessieren.<sup>2</sup> Nachdem er zunächst in der Dynamo-Abteilung der Western Electric Company (Richtig, die Firma des „Musical-Telegraph“-Erfinders Elisha Gray !) beschäftigt war, wurde er dort schnell in die Telefonabteilung und schliesslich ins Entwicklungslabor versetzt. Dort angekommen, begann er, abends Überstunden einzulegen, in denen er an seinen Erfindungen arbeitete. So erfand er schliesslich einen Elektrolytischen Detektor für Hertz'sche Wellen und einen Wechselstrom-Übertrager und erzielte damit erste Erfolge.<sup>2</sup>

Aber es lief nicht immer alles gerade bei Lee De Forest. Immer wieder wurde er im Laufe seines Lebens wegen seiner unethischen Geschäftspraktiken oder wegen simplen Ideenklau angegriffen und verklagt. 1903 besuchte er beispielsweise den befreundeten Erfinder Reginald Fessenden, der ihm seine neueste Erfindung vorführte. Kurz entschlossen stahl de Forest die Unterlagen und bezeichnete es fortan als seine eigene Erfindung. Fessender ging vor Gericht und De Forest wurde nach drei Verhandlungen wegen Patentverletzung verurteilt.<sup>3</sup>

De Forest's eigene Entwicklung war allerdings das 1906 vorgestellte „Audion“. Er hatte die von John Fleming entwickelte Dioden-Vakuumpipeline mit einem zusätzlichen Gitter zwischen Anode und Kathode ausgestattet und damit die erste funktionierende Verstärkeröhre geschaffen. Diese revolutionäre Erfindung ermöglichte erstmals transkontinentale Telefongespräche, Rundfunksendungen und Radar. Man nannte sie bis 1919 die „De-Forest-Röhre“, heute kennt man sie als „Triode“. <sup>2,3</sup>

Mit dieser Röhre versuchte er auch, die Telharmonium-Musik des (allerdings sehr skeptischen) Thaddeus Cahill per Funk zu übertragen. Dieses Vorhaben musste er aber, angesichts massiver Probleme durch verschiedenartige Störungen, aufgeben.<sup>1</sup>

1910 zog Lee De Forest nach Palo Alto in Kalifornien, um für die Federal Telegraph Company zu arbeiten. Dort brachte er sein Audion schliesslich so weit, dass es als Verstärker für Transkontinentale Telefongespräche funktionieren konnte. Diese Erfindung brachte ihm 50000\$ ein. Ebenfalls während dieser Zeit entdeckte er, wie er aus seinem Audion und einigen zusätzlichen Bauteilen einen Oszillator bauen konnte, der zum Bau von Radiosendern geeignet war.<sup>2</sup> Um die Leistungsfähigkeit dieser Oszillatoren zusätzlich zu demonstrieren baute er das Audion Piano. Dieses Instrument stellte er vor allem im Grossraum New York auf Veranstaltungen vor, bei denen er auch seine Rundfunktechnologie präsentierte. Damit wollte er einerseits ein Bewusstsein für die Möglichkeiten der noch jungen Rundfunktechnik schaffen, andererseits auch Investoren für weitere Entwicklungen gewinnen.<sup>2</sup>

Lee De Forest wäre nicht Lee De Forest gewesen, hätte er bei eben diesen Veranstaltungen nicht immer wieder einige seiner vollmundig-gewagten Voraussagen getroffen, für die er so berüchtigt war. Einige davon besaßen einen geradezu Visionären Wahrheitsgehalt, während andere sich als ausgemachter Unsinn herausstellten. Einige der bekannteren Beispiele :

- „Auf das Fernsehen sollten wir keine Träume vergeuden, weil es sich einfach nicht finanzieren lässt.“ - 1926 <sup>5</sup>
- „Kurzwellen werden allgemein in der Küche verwendet werden, um unglaublich schnell zu braten und zu backen.“ - 1952 <sup>3</sup>
- „Trotz allen kommenden wissenschaftlichen Fortschritts wird der Mensch nie einen Fuß auf den Mond setzen.“ -1926 <sup>3,5</sup>
- „Ich sehe grosse Verbesserungen auf dem Gebiet der Kurz-Impuls-Mikrowellen-Übertragung voraus, wobei meh

rere verschiedene Programme sequenziell auf demselben Kanal übertragen werden, mittels unglaublich schneller elektronischer Kommunikation.“ - 1952<sup>3</sup>

Letztere, ziemlich wild klingende Prophezeiung wurde Ende der 1970er Jahre unter dem Namen „PCM-Übertragung“, vor allem in der Telefontechnik, eingeführt.

Viele seiner gewagten Aussagen traten also tatsächlich ein, was ihn aber nicht vor massiven Anfeindungen seiner Mitmenschen bewahrte. Mit folgenden Worten wurde er 1915 der Irreführung der Öffentlichkeit zu seinem eigenen Nutzen angeklagt :

„De Forest verkündete in vielen Zeitungen mitsamt seiner Unterschrift, dass es in wenigen Jahren möglich sein werde, die menschliche Stimme über den Atlantik zu übertragen. Basierend auf diesen absurden und absichtlich fehlleitenden Aussagen wurde die irregeführte Öffentlichkeit ... dazu verleitet, in seine Firma zu investieren“.<sup>1</sup>

In der folgenden Zeit gelang es Lee De Forest mittels Kaskadierung und Rückkoppelung seiner Audion-Röhren sehr viel stärkere Sender zu bauen. Dies ermöglichte ihm unter anderem die ersten Hochleistungs-Marine-Funkstationen zu entwickeln und zu installieren.<sup>2,3,7</sup>

Ab 1916 sendete er mit seiner eigenen Nachrichten-Radiostation den ersten Präsidentschafts-Wahreport, sowie Konzertübertragungen (unter anderem mit Enrico Caruso) und viele andere Ereignisse. Grosse finanzielle Erfolge konnte er damit allerdings nicht erzielen.<sup>3</sup>

De Forest widmete sich daraufhin einem anderen, weniger Radio-orientierten Gebiet : Dem Tonfilm. Das erste Patent für seinen Licht-Tonfilm-Prozess erhielt er 1919. Es basierte auf der Vorarbeit deutscher Erfinder, welche er aufgriff und verbesserte.

Dabei wurden die Tonspuren bereits mit variablen Lichtquellen direkt auf den Film geschrieben, wie es noch heute üblich ist. In Hollywood interessierte sich aber niemand für De Forest's „Phonofilm Corporation“, man entwickelte statt dessen das Vitaphon-Verfahren, bei dem Grammophonplatten (mehr oder weniger) synchron zum Film abgespielt wurden. Mit diesem (Vitaphon-) Verfahren wurde dann auch der erste Tonfilm „The Jazzsinger“ produziert. Die

Nachteile des Grammophon-Verfahrens waren aber ebenso gravierend wie offensichtlich und so besann man sich in Hollywood wieder auf De Forest. Basierend auf seinem Lichtton Verfahren und mit seiner Mitwirkung wurden so in der Folge unter anderem Fox Movietone und RCA Photophone entwickelt und perfektioniert.<sup>2,3</sup>

In den 1930 widmete sich Lee De Forest hauptsächlich Audion-basierten Medizinischen Geräten. Als der zweite Weltkrieg kam, übernahm er eine leitende Position in der Leitung der militärischen Forschung in den Bell-Laboratories.<sup>2</sup>

1934 endete ein 20 Jahre andauernder Rechtsstreit um die Entdeckung des Rückkoppelungsbetriebs von Audion-Röhren. Edwin Armstrong und Lee De Forest beanspruchten diese Entwicklung gleichermaßen für sich. Das Gericht entschied schliesslich zugunsten von De Forest, die Öffentlichkeit war allerdings anderer Meinung. Danach wurde De Forest in Technikerkreisen nicht mehr als Erfinder akzeptiert, als Kollege wurde ihm misstraut.<sup>3</sup> Um die Prozesskosten aufzubringen musste er sein geliebtes Haus am Ufer des Hudson verkaufen.<sup>2</sup>

Als mehr oder weniger selbsternannter „Vater des Radios“ oft kritisiert<sup>4</sup>, waren Lee De Forests Innovationen auf dem Gebiet der Röhrentechnologie zwischen 1906 und 1916, wenn auch immer wieder durch Gerichtsverfahren getrübt, ebenso bedeutend wie langlebig.<sup>2</sup> Dies wurde durch verschiedene Ehrungen immer wieder bestätigt. So bekam er 1922 die IRE Medal of Honor und 1946 die Edison Medal des American Institute of Electrical Engineers verliehen.<sup>3</sup>

Für seine Pionierleistungen auf dem Gebiet des Tonfilms bekam er 1959/1960 einen Academy Award und ausserdem einen Stern auf dem Hollywood Walk of Fame verliehen.<sup>2,3</sup>

Lee De Forest starb am 30. Juni 1961 in Hollywood, Kalifornien.<sup>3</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> The Audion Piano. [<http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/tech.php?taid=&id=2345938&lid=1> (Zugriff am 12.3.2007)].
- <sup>2</sup> Lee De Forest. [<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/deforest.htm>(Zugriff am 14.3.2007)].
- <sup>3</sup> Lee De Forest [[http://en.wikipedia.org/wiki/Lee\\_De\\_Forest](http://en.wikipedia.org/wiki/Lee_De_Forest) (Zugriff am 14.3.2007)].
- <sup>4</sup> Stephen L.W. Greene : Who said Lee de Forest was the „Father of Radio ?“ [<http://www.geocities.com/lyon95065/Radio.html> (Zugriff am 12.3.2007)].
- <sup>5</sup> Niederlagen und Irrtümer berühmter Persönlichkeiten. [<http://www.unmoralische.de/irrtum.htm>(Zugriff am 5.3.2007)].
- <sup>6</sup> Simon Crab : The Audion Piano (1915) [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/audion\\_piano/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/audion_piano/index.html) (Zugriff am 12.3.2007)].
- <sup>7</sup> De Forest, Lee. [<http://www.infoplease.com/ce6/people/A0814974.html> (Zugriff am 14.3.2007)].

## Literatur

James A. Hijiya : Lee De Forest and the Fatherhood of Radio. Lehigh University Press, 1993. ISBN 0934223238.

# Optophonic Piano (1916)

Kubo-Futuristische Lichtspiele



**Abb.13 : Optophonic Piano**

Quelle : <http://prometheus.kai.ru/IMAGES/baros5.jpg>

## Technik

Das „Optophonic Piano“ verwendet zum ersten Mal eine Optisch-Elektrische Tonerzeugung. Zwar wurde das Instrument wohl hauptsächlich zum Erzeugen von optischen Effekten gebaut, trotzdem finden wir hier technische Verfahren wieder, die in den folgenden Jahrzehnten in vielen weiteren opto-elektronischen Musikinstrumenten angewendet und bis zur Perfektion verfeinert wurden.

Entwickelt vom futuristischen Maler Vladimir Baranoff Rossiné war das Instrument eine Art Optisch-Akustisches Effektgerät. Es besaß eine 3-Oktaven Klaviertastatur, über die aber nicht Töne, sondern Farben und Bilder kontrolliert wurden. Aus diesen wurden wiederum automatisch (und sekundär) Töne generiert, sodass zusammen

eine multimediale Performance entstand, die bauartbedingt kaum wiederholbar und deshalb jedesmal einzigartig war. So konnte das Instrument laut Rossiné „eine unendliche Anzahl an musikalischen Kompositionen“ spielen.<sup>1</sup>

Das Optophonic-Piano besass nur einen einzigen Tongenerator, über dessen genaue Konstruktion wenig bekannt ist. Sicher ist lediglich, dass dessen Tonhöhe über Helligkeitsinformationen aus den erzeugten Bildern gewonnen wurde, sodass der Klang des Instrumentes von (sehr wahrscheinlich) Sinustönen mit gleitender Tonhöhe bis hin zu (weniger wahrscheinlich) Frequenzmodulations- oder Ringmodulationsähnlichen, scharfen, rauhen Tönen gereicht haben könnte.

## Funktionsprinzip

Im Optophonic Piano befanden sich eine starke Lichtquelle, verschiedene Spiegel, Farbfilter und rotierende Glasscheiben, die von Rossiné bemalt worden waren. Die Tastatur des Pianos steuerte nun all diese Elemente und Kombinierte sie auf verschiedenste Art und Weise. Die erzeugten Bilder konnten mit einem Objektiv projiziert werden.

Gleichzeitig wurde die schwankende Helligkeit innerhalb des Gerätes von einer Fozelle aufgenommen, welche die Frequenz eines angeschlossenen Oszillators steuerte. So generierte das Optophonic Piano einen sich ständig verändernden Dauerton.<sup>1</sup>

## Verwandtschaften

Das Optophonic Piano war das erste einer langen Reihe von Optoelektronischen Instrumenten. Viele benutzen ebenfalls rotierende Glasscheiben und Fozellen, allerdings nicht zur Erzeugung von Bildern, sondern zur Klangformung. Hierzu gehören z.B. das Celuphone, die Photona, die „Radio-Organ Of A Trillion Tones“, die Welte Licht-Ton-Orgel und in jüngerer Zeit das Vako Orchestron und das Mattel Optigan, welches in den 1970er Jahren als Heimorgel vermarktet wurde.<sup>1</sup>

## Entwicklung

Über die Entwicklung des Optical Pianos ist leider nicht sehr viel bekannt, fest steht aber, dass Baranoff-Rossiné sich sehr stark für Synästhesie, sowie für Klang und Bild als Gesamtkunstwerk interessierte. In seinem 1916 verfassten, unveröffentlichten Text „Optophonie“ erwähnt er Versuche, die 1734 stattfanden und vollzieht diese Entwicklung nach, um sie schliesslich mit seinen eigenen Erkenntnissen anzureichern.<sup>2</sup>

Die Entwicklung des Instrumentes selbst begann er 1916. Nach der Fertigstellung setzte er es oft bei Ausstellungen seiner Gemälde ein, gab aber auch 1924 jeweils ein Konzert am Meyerhold und am Bolschoi Theater. Als er 1925 nach Paris auswanderte, nahm er das Instrument mit und setzte es weiterhin bei Ausstellungen seiner Gemälde ein, auch in Berlin und Riga finden optophonische Konzerte statt.<sup>1,4</sup> Das Optophonic Piano existiert und funktioniert nach wie vor und wird heute im nationalen Museum für moderne Kunst in Paris aufbewahrt.<sup>4</sup> Öffentlich gezeigt wurde es zuletzt 2005 im Smithsonian Hirshhorn Museum, Washington DC, in der Ausstellung „Visual Music : Synaesthesia in Art and Music Since 1900“.<sup>5</sup>

## Erfinder

Vladimir Baranoff-Rossiné wurde in 1888 bei Kherson in der Ukraine geboren. Von 1903 bis 1907 besuchte er verschiedene Kunstschulen, unter anderem in Odessa und an der Kaiserlichen Akademie der schönen Künste in St. Petersburg.



**Abb.14: Vladimir Baranoff Rossiné**

Quelle : <http://prometheus.kai.ru/IMAGES/baros2.jpg>

Nachdem er mit einer Künstlergruppe namens „Zveno“ („Die Verbindung“) eine Ausstellung in Kiew hatte, wanderte er 1910 nach Paris aus. Avantgardist, der er war, schloss er sich der Strömung des Kubo-Futurismus an. Er wurde Mitglied der Künstlerkolonie „La Ruche“ und hatte ab 1911 regelmässige Ausstellungen.

Besessen von der Idee, Töne, Formen und Bilder zu einem Gesamtkunstwerk zu verbinden, entwickelte er das Optophonic Piano und stell-

te es während einer Reise nach Norwegen erstmals öffentlich vor. 1917 kehrt er nach Russland zurück und übernimmt dort offizielle Funktionen. Von der Kunst kann er trotzdem nicht lassen : Er richtet sich ein eigenes Atelier in Petrograd ein.<sup>1,3</sup> Das im Krieg zerstörte Optophonic Piano wird wieder instand gesetzt und bei mehreren Konzerten in Russland eingesetzt.

Als Künstler ist Baranoff Rossiné weiterhin sehr erfolgreich. Trotzdem reist er 1925 wieder nach Paris aus und gründet dort die „Erste Optophonische Akademie“, in der er seine audiovisuellen Forschungsarbeiten fortsetzt.

Baranoff ist aber nicht nur Künstler, sondern auch ein unermüdlicher Forscher. So stellt er zwischen 1939 und 1941 verschiedene Erfindungen vor, unter anderem ein „Photo Chromometer“ und ein Verfahren zur Sterilisation und Distribution von Kohlensäurehaltigen Getränken.

Auch zahlreiche weitere Ausstellungen seines künstlerischen Schaffens folgen, die seine Anerkennung weiter steigern. Seine „Sculpture Polytechnique“ wird allerdings offensichtlich nicht vollständig verstanden und von der Presse mit grossem Sarkasmus verrissen.<sup>4</sup>

Vladimir Baranoff Rossinés Tod ist nicht vollständig geklärt. Einige Biographien sprechen von einem mysteriösen Verschwinden des Künstlers, andere behaupten, er sei während der Deutschen Besetzung aus Frankreich deportiert worden und in einem Deutschen Konzentrationslager gestorben.<sup>2,4</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Simon Crab : 120 Years Of Electronic Music. [[http://www.obsolete.com/120\\_years/](http://www.obsolete.com/120_years/) (Zugriff am 22.3.2007)].
- <sup>2</sup> Vladimir Baranoff Rossiné : Optophonie. [<http://http://dbr.club.fr/optophon.htm> (Zugriff am 20.3.2007)].
- <sup>3</sup> Wladimir Baranoff Rossiné Biography [[http://www.arikah.net/encyclopedia/Wladimir\\_Baranoff-Rossine](http://www.arikah.net/encyclopedia/Wladimir_Baranoff-Rossine)(Zugriff am 20.3.2007)].
- <sup>4</sup> Wladimir Baranoff Rossiné Biographie. [ <http://dbr.club.fr/biograph.htm> (Zugriff am 20.3.2007)].
- <sup>5</sup> Blake Gopnik : ‚Visual Music‘ - A New Smithsonian Exhibition Surveys Artists‘ Attempts to Represent Synaesthesia. Washington Post, Washington DC, Ausgabe 23. Juni 2005.

## Literatur

Pierre Breuillaud-Limondin, Marie José Mausset : Baranoff Rossine. Université de Paris VIII , 1980.

Jean Claude Marcadé : Le Futurisme Russe. Dessain & Tolra, Paris 1989.

# Theremin (1917)

Äthermusik und Abhörwanzen



**Abb.15: Das RCA Theremin**

Quelle : <http://www.pavemuseum.org/theremin/theremin.gif>

## Technik

Das Theremin ist wahrscheinlich das einzige Instrument, das gespielt wird, ohne es jemals zu berühren.

Es reagiert auf den Abstand der Hände zu den Antennen. Die aufrecht stehende Antenne ist für die Tonhöhe zuständig. Je mehr sich die Hand dieser Antenne nähert, um so höher wird der Ton, den das Theremin von sich gibt. Der Tonumfang liegt bei stolzen 9 Oktaven.

Die waagrechte Antenne kontrolliert die Lautstärke. Je näher die Hand an diese Antenne kommt, um so leiser wird der Ton.

Trotz oder gerade wegen dieses einfachen Prinzips gilt als eines

der am schwersten spielbaren Instrumente der Welt, denn es gibt keine Anhaltspunkte, an denen erkennbar wäre, wohin man für eine bestimmte Tonhöhe greifen muss. Man muss seine Hand rein nach Gefühl in der leeren Luft führen.

Je nachdem wie es gespielt wird, kann das Theremin Töne produzieren, die ähnlich wie eine Violine oder eine Flöte klingen. Andere Spielweisen bringen Töne hervor, die eher wie eine klassisch ausgebildete, menschliche Stimme klingen.

## Funktionsprinzip

Das Theremin funktioniert nach dem Schwebungssummer-Prinzip. Diese Art der Tonerzeugung wird im Kapitel über das Audion-Piano ausführlich erläutert. Das Theremin benutzt zur Veränderung der Frequenz des zweiten Oszillators aber keine Tastatur oder ähnliche mechanische Hilfsmittel. Statt dessen ist eine Antenne an diese Stelle geschaltet, welche auf die Hand des Spielers reagiert. Dabei bilden Antenne und Hand im Prinzip die beiden Platten eines veränderbaren Kondensators, der dann die Tonhöhe des Schwingkreises steuert.

Die ersten Theremin Modelle waren noch mit einem Fusspedal zur Lautstärkekontrolle ausgestattet. Da dem Erfinder Lev Theremin aber eine vollkommen berührungsfreie Spielweise vorschwebte, baute er einen zweiten Schwingkreis mit einer zweiten, seitlich angebrachten Antenne ein. Die Frequenz dieses zweiten Schwingkreises wird in eine Steuerspannung umgewandelt, welche dann einen Verstärker steuert. So kann auch die Lautstärke, bzw. die Dynamik des Instrumentes berührungsfrei über eine Antenne gesteuert werden.

## Verwandtschaften

Wie schon zuvor erwähnt, benutzt das Audion Piano dasselbe Tonerzeugungsprinzip wie das Theremin, allerdings wird es über eine Tastatur gespielt. Sehr viel mehr Ähnlichkeit mit dem Theremin hat das Ondes Martenot, das über die Berührung einer Saite gespielt wird. Beim 1925 von Jörg Mager entwickelten Sphärophon diente

ein Drehkondensator zur Tonhöhensteuerung. Ausserdem basieren praktisch alle von Lev Thermen entwickelten Musikinstrumente, wie das Theremincello, das Rhythmicon oder das Terpsitone auf dem Schwebungssummer-Prinzip.

## Entwicklung

Das Theremin wurde 1917 erfunden. Sein Entwickler war der russische Ingenieur und ausgebildete Cellist Lev Thermen.

Als er eines Tages an einer Hochfrequenzapparatur arbeitete, stellte er fest, dass diese einen pfeifenden Ton von sich gab. Dieser Ton veränderte sich, wenn er sich dem Gerät näherte.<sup>4</sup> Thermen fing an, die Vorrichtung zu verfeinern und konnte sie schliesslich 1919 einer Gruppe von Wissenschaftlern und Physikern präsentieren.<sup>3</sup>



**Abb.16: Lev Thermen demonstriert seine Entwicklung**

Quelle : [www.oddmusic.com](http://www.oddmusic.com) / Collection of Thomas Rhea

Interessant ist in diesem Zusammenhang sicherlich, dass Kabel noch nicht erfunden waren. So musste Thermen die Bauteile mit Metallstäbchen verbinden.<sup>4</sup> Die ersten Modelle hatten noch eine Lautstärkesteuerung per Fusspedal. Nach einiger Zeit erweiterte Theremin diese Konstruktion um eine weitere Schaltung, die es ermöglichte, die Lautstärke über eine zweite Antenne zu kontrollieren. Zunächst nannte er sein Instrument Aetherophon. Später änderte er den Namen in Thereminvox.<sup>3</sup>

So seltsam uns das Instrument auch heute noch anmutet, so muss man sich doch vor Augen halten, dass fast niemand im Jahre 1919 jemals einen elektronisch erzeugten Ton gehört hatte, noch dazu von einem Instrument, dass durch eine Art „geisterhaftes Herumgefuchtel in der Luft“ gespielt wurde. Es muss für die meisten Leute wie ein Ding aus einer anderen Welt gewirkt haben.

Trotzdem oder gerade deshalb war der Erfolg des Instruments bahnbrechend.

Im Mai 1922 konnte Lev Theremin das Theremin dem damaligen Staatschef Lenin vorführen. Dieser war so begeistert, dass der Erfinder ihm fortan Unterricht geben musste.<sup>4</sup>

Zunächst hatte Theremin eine Art „Riesenkopfhörer“ auf Carbonbasis gebaut, den er für seine Präsentationen benutzte. (Diese Konstruktion entsprach etwa den Wiedergabeeinheiten von Thaddeus Cahills Telharmonium.) Doch die Erfindung des Lautsprechers machte es möglich, grössere Menschenmengen zu beschallen, und so ging Theremin bald auf Tour mit seinem neuen Instrument. Er bereiste fast ganz Europa und Amerika. Die meisten Konzerte waren ausverkauft und als er Paris erreichte, musste die Polizei gerufen werden, um die andrängenden Massen zurückzuhalten.<sup>3,4</sup>



**Abb.17: Theremin spielt Theremin**

Quelle : [www.oddmusic.com](http://www.oddmusic.com)

Am 24 Januar 1928 fand die erste Präsentation in den Vereinigten Staaten von Amerika statt. Im „Grand Ballroom“ des Plaza Hotels drängten sich unzählige Vertreter der New Yorker Wissenschaft und Kunstszene. Kurz danach folgte der erste Auftritt im Metropolitan Opera House.

Viele weitere Veranstaltungen folgten. Wegen des enormen Erfolges im englischen Sprachraum änderte Theremin sowohl seinen Namen als auch den seinen Instrumentes in „Theremin“.

Zwischen 1927 und 1938 wurden zum ersten mal Theremine industriell produziert. Sie wurden u.a. General Electrics im Auftrag der Radio Corporation of America gebaut, also jene Firma, die viele Jahrzehnte später den RCA-Synthesizer entwickeln sollte. Verkauft wurden die Geräte unter dem Namen „RCA-Theremin“. In der Werbung wurde behauptet, dass das Theremin ein Instrument sei, welches so einfach zu spielen sei, dass es jeder in kürzester Zeit erlernen könne. Eine gewagte Aussage für ein Instrument, dass heu-

te als eines der am schwersten spielbaren der Welt gilt.

Das Volk kapierte schnell, dass an dieser Werbeaussage nicht viel Wahres war, und die Verkaufszahlen fielen in den Keller. Von den bereits verkauften RCA-Theremins landeten viele auf dem Dachboden oder endeten als dekoratives Möbelstück. Heute sind sie gesuchte Sammlerstücke, die sorgsam restauriert und zu hohen Preisen verkauft werden.

Theremin forschte indessen unermüdlich weiter und entwickelte in den USA Instrumente wie das Theremin-Cello (auch „Fingerboard“



**Abb.18: ThereminCello Orchester**

Quelle : <http://store.pixels.net/filipesworld/images/termen/fingerboard.jpg>

genannt) oder das Therpsitone, eine Art „Ganzkörper-Theremin“ für Tänzer. Fast immer waren es Variationen der Original Theremin Idee. Auch eine Lichtorgel („Illuminovox“), die Beleuchtungseffekte erzeugte, die der Tonhöhe des Theremins folgten, gehörte dazu.<sup>4</sup>

Das Theremin erlangte vor allem in den USA mehr und mehr Bekanntheit. Während der 40er und 50er Jahre wurde es in unzähligen Filme als Soundtrack eingesetzt, wie z.B. in Alfred Hitchcock's „Spellbound“ oder in Bob Wises in „Der Tag an dem die Erde stillstand“<sup>4</sup> Die meisten dieser Filmmusiken wurden - obwohl er eigentlich Arzt war - von Dr. Samuel Hoffman eingespielt. Hoffman war noch von Lew Theremin selbst unterrichtet worden.<sup>1</sup>

Nach Lev Theremin war es vor allem der damals junge Ingenieur Robert Moog, der das Instrument weiter entwickelte. Um sein Studium zu finanzieren baute und verkaufte er Theremine und Thereminbausätze. Auch Restaurationen und Modifikationen an älteren Modellen, wie z.B. noch erhaltenen RCA-Theremins führte er durch. Dies brachte ihn langfristig zur Erfindung des Moog Synthesizers.<sup>2</sup>

In den 60er Jahren fand sich das Theremin mehr und mehr in der

Pop und Rock Musik wieder, es wurde z.B. von Led Zeppelin verwendet und im Song „Good Vibrations“ von den Beach Boys.<sup>4</sup>

Die Beach Boys hatten zwar schon ein original Theremin gekauft, konnten es aber nicht gut genug spielen. Auf der Aufnahme „Good Vibrations“ ist deshalb Paul Tanner, ehemaliger Posaunist im Glenn Miller Orchester, zu hören. Aber auch er spielt kein original Theremin, sondern eine Version, bei der die Tonhöhe durch das berühren einer Stahlsaite kontrolliert wird. (Konstruiert hatten es zwei Ingenieure, die mit Paul Tanner befreundet waren.) Für die Tourneen liessen die Beach Boys Tanners Gerät durch Robert Moog nachbauen. Gespielt wurde es bei den Auftritten dann von Gruppenmitglied Mike Love.<sup>1,4</sup>

In jüngster Zeit kann man aber ein Wiederaufleben des Theremins, sozusagen einen Neo-Thereminismus beobachten. Viele moderne Künstler und Bands benutzen das Instrument, darunter Phish, Jean Michel Jarre, Marilyn Manson oder Portishead.<sup>2,3</sup>

Im Sommer 1997 fand das erste Internationale Theremin Festival in Portland, Maine statt, zu dem Theremin-Fans aus der ganzen Welt anreisten. Ausserdem wurde der Internationale Verein der Theremin Enthusiasten TECI gegründet.<sup>3</sup>

Hersteller in der ganzen Welt produzieren heute mehr Theremins als je zuvor oder vertreiben Bausätze, mit denen man sich ein eigenes Instrument bauen kann. In Japan studieren immer mehr junge Musiker und Musikerinnen Theremin an den Musikhochschulen.

Theremin-Virtuosen wie Lydia Kavina, Pamela Kurstin und Carolina Eyck treten international auf und entwickeln das Instrument und seine Spieltechniken weiter.<sup>4</sup>

## Erfinder

Der Erfinder des Theremins war nicht nur eine schillernde Figur der Zeitgeschichte, er führte auch ein Leben, das über weite Strecken wie ein Spionageroman anmutet. Vom Leninistischen Russland über das Europa der zwanziger Jahre, den USA in den 1930ern bis hin zum stalinistischen Gulag - Theremin lebte in den verschiedensten Welten und blieb doch immer seiner technisch-musikalischen

Leidenschaft treu.

Leon Theremin wurde am 15. August 1896 als Lev Sergeyewitsch Thermen in St. Petersburg in Russland geboren. Schon zur Kinderzeit begeisterte er sich für Physik, Musik und Astronomie. Mit 5 Jahren bekam er bereits Klavierunterricht, später erlernte er das Cellospiel.<sup>4</sup> 1914 schrieb er sich an der Universität von St. Petersburg für die Fächer Astronomie und Physik ein, während er gleichzeitig am St. Petersburger Konservatorium Cello studierte.



**Abb.19: Lev Thermen**

Quelle : [www.impossiblefunky.com](http://www.impossiblefunky.com)

Nachdem er 1919 seinen Militärdienst beendet hatte, arbeitete er zunächst für verschiedene Elektrotechnische Institute in Moskau und St. Petersburg, um dann schliesslich Forscher am Staatlichen Physikalisch-Technischen Institut zu werden.<sup>4</sup>

Lev Thermen war wahrscheinlich auch der erste Mensch, der ein funktionierendes Fernsehsystem entwickelte und baute. Seine auf dieser Basis geschriebene Dissertation „Der Mechanismus des Fernsehens“ machte ihn 1926 zum Professor. Nachdem der Regierung die Möglichkeiten dieser Erfindung klar wurden, setzte sie das Projekt unter strengste Geheimhaltung und benutzte es zu Überwachungszwecken und zur Grenzkontrolle. Dies mag der Grund sein, weshalb der Name Thermen heute nicht mehr mit der Fernsehtechnologie in Verbindung gebracht wird.

Trotzdem bekam Thermen nach und nach den Ruf eines „russischen Edison“.<sup>4</sup>

Während einer Forschungsarbeit bei der mit Hochfrequenztechnologie gearbeitet wurde, kam ihm die Idee zu einem Musikinstrument, das ohne Mechanische Teile auskommen sollte. Auf dieser Basis entwickelte er 1916 das erste Theremin.

Nachdem das Instrument in Russland ein grosser Erfolg geworden war, brach Thermen zu ausgedehnten Konzertreisen auf. Diese führten ihn zwischen 1927 und 1928 nach Deutschland, Paris, Lon-

don, Amsterdam und in die USA. Schliesslich liess er sich in New York nieder. Dort gründete er in der 54. Strasse die Firma „Teletouch“, wo er eine Thereminschule etablierte und an Verbesserungen des Theremins und weiteren Instrumenten arbeitete. Ermöglicht und finanziert wurde dies von Lucie Bigelow Rosen, einer wohlhabenden Theremin-Virtuosin und deren Ehemann.<sup>4</sup>

In New York arbeitete Thermen unter anderem mit Shillinger, Varèse, Stokowski und Albert Einstein. Einstein spielte sehr gut Violine und zeigte Interesse für Thermen's Arbeit. Lew Thermen selbst sagt über Einstein : "Er war an der Verbindung zwischen Musik und geometrischen Formen interessiert. Einstein war Theoretiker... wir hatten nicht sehr viel gemeinsam." <sup>7</sup>



**Abb.20: Clara Rockmore am Theremin**

Quelle : <http://www.elsola.de/home/history/clara.jpg>

In New York traf Thermen auch auf die ausgebildete Violinistin Clara Rockmore (geborene Reisenberg), ebenfalls aus Russland stammend, die von seinem Instrument sofort fasziniert war. Thermen selbst gab ihr Unterricht und für Viele ist Mrs. Rockmore bis heute die beste Theremin-Virtuosin

der Welt. Lev Thermen selbst gefiel an Clara Rockmore sehr viel mehr als nur Ihre Virtuosität, sodass er ihr schliesslich einen Heiratsantrag machte. Mrs. Rockmore allerdings lehnte ab und heiratete einige Zeit später einen Rechtsanwalt, unter anderem vielleicht, weil ihr dies die Möglichkeit gab, amerikanische Staatsbürgerin zu werden.<sup>4,6</sup>

Theremin selbst heiratete die farbige Balletttänzerin Ivana Williams, ein Mitglied des American Negro Ballet. Dieses Ballet arbeitete mit Thermen an Tanzaufführungen, bei denen die Tänzer mittels des „Terpsitone“ Musik durch ihre Körperbewegungen generierten.<sup>6,7</sup>

Ab 1938 wurde die Situation in Europa schwieriger und ein Krieg immer wahrscheinlicher.<sup>4</sup> Dies führte vermutlich zu den einschnei-

denden Ereignissen, die sich nun in Thermen's Leben ereigneten. Beamte des NKVD, einem Vorläufer des späteren KGB drangen 1938 in die New Yorker Wohnung ein, in der er mit seiner amerikanischen Frau lebte. Thermen wurde entführt und zurück nach Russland gebracht. Seine Frau blieb in den USA zurück. Berichten zufolge wurde er nach Magadan gebracht, einem für seine Brutalität berühmten Arbeitslager in Sibirien.

Im Westen tauchten 1947 Berichte von seiner Exekution auf.<sup>5</sup>

Lew Thermen, nicht exekutiert, aber lange Zeit unter Isolation in der Sowjetunion, ahnte vom immer grösseren Erfolg des Theremins im Westen nichts. Er wurde zunächst in ein Arbeitslager gesteckt, dessen Insassen zum Bau von Bahnstrecken eingesetzt wurden. Die Lebenserwartung in diesen Lagern betrug weniger als ein Jahr. Thermen aber entwickelte eine Verbesserung im Arbeitsablauf, welche die Produktivität seiner Gruppe enorm erhöhte. Dies brachte nicht nur eine grössere Essensration ein, sondern erregte auch das Interesse der Obrigkeit, sodass er bald nach Moskau geholt und in ein geheimes Labor gesteckt wurde.<sup>4</sup>

Zusammen mit anderen Ingenieuren, wie z.B. dem legendären Flugzeugkonstrukteur Topolew, arbeitete er unter Top-Secret Bedingungen an High-Tech Spionageeinrichtungen. So geht z.B. der „Buran“, die allererste Abhörwanze, auf Thermen's Konto. Auch das von ihm erfundene Fernsehsystem wurde perfektioniert und zur internen Kommunikation des russischen Militärs und zur Überwachung eingesetzt. Mit seinen Entwicklungen wurden unter anderem die Amerikanische Botschaft in Moskau und die Privatwohnung von Josef Stalin überwacht.<sup>4</sup> Nach einigen Jahren wurde Thermen's „Gefangenenstatus“ in ein normales Arbeitsverhältnis umgewandelt, er blieb allerdings in der selben Einrichtung und am selben Arbeitsplatz.<sup>8</sup>

1947 wurde Lew Thermen für seine bahnbrechenden Arbeiten für den Stalin-Preis zweiter Klasse nominiert, der aber von Stalin selbst in die erste Klasse geändert wurde. Der Preis bestand aus 100000 Rubeln und einer eigenen Privatwohnung. Da Wohnraum in Russland damals so knapp war, dass mehrere Familien in eine einzige

Wohnung einquartiert wurden, war dies eine aussergewöhnliche Anerkennung.<sup>4</sup>

Neben seinen anderen Aktivitäten arbeitete Thermen weiter an seiner grossen Leidenschaft : Der Entwicklung elektronischer Musikinstrumente, bis ihm dies 1967 untersagt wurde. Begründet wurde dies mit der Aussage, dass man die Entwicklung von elektrischen Musikinstrumenten für unseriös halte. Thermen wurde versetzt, seine Instrumente zerstört oder als Ersatzteillager ausgeplündert.<sup>4</sup> Die Begründung seines Vorgesetzten : „Elektrizität sollte für Hinrichtungen benutzt werden, nicht für Musik“.<sup>7</sup>

Nach seiner Pensionierung bekam Thermen eine Anstellung als Professor für Akustik an der Moskauer Akademie, die er bis zu seinem Lebensende ausübte.<sup>4</sup>

In dieser Zeit begann er auch seiner Grossnichte Lydia Kavina Unterricht am Theremin zu geben. Einmal in der Woche kam er bei ihr vorbei, brachte Kuchen und Süssigkeiten mit und brachte ihr auf spielerische Art, „sanft und mit viel Humor“ das Thereminspiel bei.<sup>1</sup> Sie erwies sich als sehr talentiert. Heute ist sie eine der besten und bekanntesten Theremin-Virtuosinnen der Welt.<sup>1</sup> Sie gibt weltweit Konzerte und Theremin-Workshops. In Moskau kann man bei ihr sogar das Thereminspiel studieren. Der deutsche Theremin Experte Matthias Sauer hat mit Lydia Kavina stilistisch sehr vielseitige CD's produziert.<sup>1</sup>

Aber zurück zu Lew Thermen selbst. Im Jahre 1989 machte Michail Gorbatschow's Perestroika der Ächtung der elektronischen Musik in Russland ein Ende und so konnte der mittlerweile 93 jährige Vater des Theremin erstmals wieder Einladungen aus dem Westen annehmen.

Er besuchte viele Festivals in Frankreich und den USA und bekam zahlreiche Preise für seine herausragende Arbeit verliehen.

1991 produzierte der Filmemacher Steven Martin die Dokumentation „Theremin, an electronic Odyssey“. Martin machte Thermen in Moskau ausfindig, suchte ihn dort auf und führte einige der letzten Interviews mit ihm. Auch das legendäre Wiedersehen mit der noch

immer in den USA lebenden Clara Rockmore ist zu sehen.<sup>6</sup>

Der Film hatte am 3. September 1993 in London Premiere. In der folgenden Nacht starb Lew Theremin im Alter von 97 Jahren in seinem Haus in Moskau.<sup>4</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Interview mit Lydia Kavina. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 8/1998, Musik-Media-Verlag, Köln.
- <sup>2</sup> Theremin. [<http://de.wikipedia.org/wiki/Theremin> (Zugriff am 1.4.2007)].
- <sup>3</sup> The Wonder Of The Theremin. [<http://www.geocities.com/siliconvalley/pines/7537/theremin.html> (Zugriff am 1.4.2007)].
- <sup>4</sup> Wilco Botermans : De theremin aan het begin van de 21ste eeuw. Hogeschool voor de Kunsten, Utrecht, 2000.
- <sup>5</sup> George Lessard : The last truly innovative musical instrument. [<http://www.rirc.lv/pipermail/xchange/2004-March/002299.html> (Zugriff am 2.04.2007)].
- <sup>6</sup> Steven M. Martin : Theremin-An electronic Odyssey, Video-DVD, 20th Century Fox Home Entertainment, 1995.
- <sup>7</sup> Filipe Barroso : Mr. Good Vibrations. [[https://store.pixels.net/filipesworld/index.php/site/mr\\_good\\_vibrations/](https://store.pixels.net/filipesworld/index.php/site/mr_good_vibrations/)(Zugriff am 2.4.2007)].
- <sup>8</sup> Olivia Mattis : An Interview with Leon Theremin. [[http://www.oddmusic.com/theremin/theremin\\_interview\\_1.html](http://www.oddmusic.com/theremin/theremin_interview_1.html) (Zugriff am 2.4.2007)].

## Literatur

Albert Glinsky : Theremin - Ether Music and Espionage. University of Illinois Press, Champaign IL. 2001. ISBN 0-252-02582-2.

Steven M. Martin : Theremin - An electronic Odyssey, Video-DVD, 20th Century Fox Home Entertainment, 1995.

Carolina Eyck: Die Kunst des Thereminspiels. Servi Verlag, Berlin 2006, ISBN 3-933-757-07-X, EAN 4025 1187 0631.

# Ondes Martenot (1928)

Ätherische Wellen am stählernen Draht



**Abb.21: Sistine Martenot am gleichnamigen Ondes**

Quelle : [http://www.kolumbus.fi/hilikka.rocosa/ondes\\_martenot%20foto.jpg](http://www.kolumbus.fi/hilikka.rocosa/ondes_martenot%20foto.jpg)

## Technik

Als eines der erfolgreichsten frühen elektronischen Instrumente und obendrein eines, das noch heute oft eingesetzt wird, soll das Ondes Martenot hier Erwähnung finden.

Das Ondes Martenot („Martenot-Wellen“) ist ein sehr naher Verwandter des Theremins. Es besitzt exakt dieselbe Tonerzeugung, allerdings sind die Spielweise sehr viel traditioneller. Der erste grosse Unterschied : Dieses Instrument wird berührt. Ausserdem gibt es sehr konkrete Anhaltspunkte, wo welcher Ton zu finden ist.

Da wäre zum einen die Klaviertastatur, über die das Instrument in

der uns allen lieb gewordenen, temperierten Stimmung gespielt werden kann. Zusätzlich kann das Instrument über einen an einem Draht angebrachten Ring gespielt werden. Dies ermöglicht stufenlose Tonhöhenänderungen über 7 Oktaven. Weil diese Vorrichtung direkt unterhalb der Tastatur angebracht ist, gibt diese gleichzeitig einen sehr guten Anhaltspunkt, wohin man den Ring bringen muss, um eine bestimmte Tonhöhe zu bekommen. So erfüllt die Tastatur eine Funktion, auch wenn sie gerade nicht gespielt wird.

Das Ondes Martenot wird mit der rechten Hand gespielt, während die linke Hand für die Klangkontrolle zuständig ist. An einem unterhalb der Tastatur angebrachten Bord befinden sich zu diesem Zweck verschiedene Kontrollen. Sehr wichtig ist hierbei der „Touche d'expression“-Knopf, mit dem man durch stärkeres oder schwächeres Drücken die Lautstärke sehr präzise dosieren kann. Des Weiteren findet man auf dem Bord verschiedene Tasten für Klangfarbenänderungen und die Anwahl verschiedener Lautsprecher.

Die Lautsprecher sind beim Ondes Martenot nicht allein Mittel zur Wiedergabe, sondern durch ihre Bauform direkt in den Klangformungsprozess mit eingebunden. Es gibt Modelle, bei dem der Klang durch einen Gong geleitet wird, was dem Klang eine „kristalline“ Färbung gibt. Andere Bauformen erzeugen einen Halleffekt, indem vor dem Lautsprecher Metallfedern aufgespannt sind. Eine weitere Variante mit vor dem Lautsprecher gespannten Saiten erzielt eine grössere Klangfülle und einen tonal-harmonischen Ausklang, der durch das Mitschwingen der Saiten bei verschiedenen Tönen entsteht.<sup>4</sup>

Das Ondes Martenot besitzt nur einen Oszillator, es kann daher nur einstimmig gespielt werden. Der Grundcharakter des Klages ist sehr weich und ähnelt einer Glasharfe. Durch die beschriebenen Möglichkeiten der Klangveränderung und die vielfältigen Spielmöglichkeiten kann es sehr vielfältig klingen. Meist bleibt aber der feine, ätherische Klangcharakter erhalten.<sup>4</sup>

## Funktionsprinzip

Wie das Audion Piano und das Theremin beruht auch die Tonerzeugung des Ondes Martenot auf dem Schwebungssummer Prinzip. (Eine Ausführliche Erklärung dieses Prinzips finden Sie im Kapitel über das Audion Piano). Im Gegensatz zum Theremin besitzt es aber eine zusätzliche Klangformungseinheit. Diese besteht aus zwei Teilen : Zum einen besitzt es eine Filterbank, durch die der Grundklang auf elektrischer Ebene verändert werden kann. Der zweite Teil sind die oben erwähnten, speziell angefertigten Lautsprecher mit klangverändernden Eigenschaften, wie z.B. einem Gong, Metallfedern oder vor dem Lautsprecher gespannten Saiten. Diese Vorrichtungen verändern den vom Lautsprecher bereits abgestrahlten Klang auf akustischer (also nicht-elektrischer) Ebene weiter. Die genannten Klangformungseinrichtungen bedient der Spieler („Ondiste“) mit der linken Hand. Er hat dort die Möglichkeit Filter in oder aus dem Signalweg zu schalten und das Ausgangssignal auf verschiedene Lautsprecher zu schalten.<sup>4,6</sup>

## Verwandtschaften

Sehr verwandt mit dem Ondes Martenot ist natürlich das fast gleichzeitig entwickelte Theremin. Das Theremin hat viel weniger Klangbeeinflussungsmöglichkeiten als das Ondes Martenot und ist durch das fehlen optischer und mechanischer Spielhilfen viel schwerer zu beherrschen. Allerdings ist die Optik des Thereminspiels sehr viel spektakulärer und mystischer, was ein Grund für den grösseren Kultstatus des Theremins sein mag.

Dem Ondes Martenot sehr ähnlich ist die Theremin-Version, die Paul Tanner für die Beach Boys auf „Good Vibrations“ spielte. Diese Version hatte aber weder Tastatur noch Klangregler.<sup>2</sup>

Wie schon zuvor erwähnt, findet sich das im Ondes Martenot zur Tonerzeugung benutzte Schwebungssummer Prinzip erstmals im Audion Piano, welches ebenfalls über eine Tastatur gespielt wurde, dem aber die zusätzliche Einrichtung des Drahtes mit dem angebrachten Ring („Ruban“) fehlt. Deshalb kann das Audion Piano im Gegensatz zum Ondes Martenot keine Töne mit gleitender Tonhöhe hervorbringen.

Auch das Mixturtrautonium wird über einen Draht gespielt, allerdings ist die dahinterstehende Tonerzeugung eine völlig Andere.

## Entwicklung

Während des ersten Weltkrieges war Martenot als Funktechniker beim Französischen Militär. Sehr zur Freude seiner Kameraden hatte er die Angewohnheit, Melodien auf seiner Funk-Ausrüstung zu spielen. Da niemand jemals zuvor so etwas gehört hatte, verursachte dies ein grosses Hallo und sprach sich schnell herum. Weil die „heulenden“ Sinustöne des Funkgerätes an einen Chihuahua-Hund erinnerten, verpassten sie Maurice Martenot kurzfristig den Spitznamen „le chien mexicain“ (Mexikanischer Hund), der ihm noch lange nach seiner Militärzeit anhaften blieb.<sup>1</sup>

Aufgrund dieser Erfahrungen lag es für Maurice Martenot nahe, seine technischen Fähigkeiten mit seiner umfassenden musikalischen Ausbildung zusammen zu bringen. Er begann von einem Instrument zu träumen, das der Musik an sich ganz neue Ausdrucksmittel eröffnet, indem es nie gehörte Klangfarben und völlig neue Ausdrucksmittel in sich vereint und so den wissenschaftlichen Fortschritt in den Dienst der Kunst stellt.<sup>7</sup>

Da Maurice Martenot sich zeitlebens für Musikpädagogik interessierte und auf diesem Gebiet auch sehr innovativ war<sup>7</sup>, legte er auch grössten Wert darauf, dass sein Instrument für den Musiker leicht zu erlernen und zu handhaben war.<sup>5</sup> Er begann zu experimentieren. Das Schwebungssummer Prinzip mit den zwei aufeinander losgelassenen Oszillatoren war ihm noch aus den lustigen Experimenten in seiner Militärzeit bekannt. Dies schien ihm ein geeigneter Ausgangspunkt. Die erste Version des Ondes Martenot bestand im wesentlichen aus einem Kasten, aus dem ein Draht gezogen werden konnte, an dessen Enden ein Ring befestigt war. Die Tonhöhe änderte sich mit dem Herausziehen des Drahtes aus dem Kasten. So wurde das Instrument aus 2-3 Metern Entfernung gespielt.<sup>1</sup> In dieser Form stellte Maurice Martenot sein Instrument am 3. Mai 1928 in der Pariser Oper erstmals der Öffentlichkeit vor - exakt auf der gleichen Bühne, auf der Lew Thermin wenige Monate zuvor das Theremin präsentiert hatte.<sup>1</sup>



**Abb.22: Martenot demonstriert den Prototypen**

Quelle : <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:OndesMartenot>

Das Instrument war so zwar schon sehr innovativ, befriedigte aber noch nicht Martenot's Wunsch nach einer einfachen Spielweise. So stattete er das Instrument mit einem Brett aus, auf dem eine Klaviertastatur aufgemalt war. Über dieses „Bild einer Klaviatur“ hatte der Spieler, der weiterhin mit dem an dem Draht befestigten Ring operierte, zumindest einen optischen Anhaltspunkt, wo der gewünschte Ton zu finden war. Auch der Klang sollte noch abwechslungsreicher werden, und so spendierte er dem Instrument ein zusätzliches Kontrollbord für die Linke Hand, an dem er verschiedene Schalter anbrachte, mit denen der Spieler elektrische Filter ein und ausschalten konnte. Dies machte die Ondes Martenot Performance schon wesentlich interessanter. Um eine feinsinnige Kontrolle über die Lautstärke und damit die Dynamik des Instrumentes zu haben, entwickelte Martenot einen Druckempfindlichen Knopf, den er ebenfalls in das „Linke Hand Kontrollbord“ integrierte.<sup>1</sup>

In dieser Form war das Instrument schon sehr nuanciert spielbar. Schnelle Läufe machten allerdings noch immer Schwierigkeiten, da dies ein hektisches Hantieren mit dem Ring notwendig machte, bei dem auch schon mal die motorische Kontrolle abhanden kam. Das Ergebnis waren sehr verwischte und ungenaue Tonverläufe, ein Problem mit dem viele Theremin-Spieler noch heute kämpfen. Martenot löste das Problem indem er in einem weiteren Modell die aufgemalte Tastatur durch eine Richtige ersetzte<sup>1</sup>. Dies ermöglichte das problemlose Spiel von schnellen Läufen und fügte dem Ondes Martenot obendrein nochmals viele neue Ausdrucksmöglichkeiten hinzu. Darüberhinaus ergab sich dadurch ein weiterer Vorteil : Praktisch jeder Musiker konnte im Ondes Martenot sofort ein Musikinstrument erkennen. Tastatur und Notenständer boten einen vertrauten Anblick, der streichenden Zunft mag die angebrachte Saite sympathisch erschienen sein. Es bot sich die Möglichkeit, ohne allzuviel Umlernen neue Klangwelten erschliessen zu

können. In einer Zeit, in der das Bedürfnis nach einer neuen Klangfarbe normalerweise das Erlernen eines neuen Instrumentes nach sich zog, war dies sicherlich sensationell und führte zur schnellen und breiten Akzeptanz des Ondes Martenot.

Zwischen 1931 und 1932 führte eine ausgedehnte Tournee Martenot und sein Instrument in die ganze Welt. Auf der Weltausstellung in Paris gab es 1937 das erste Konzert eines Ondes-Martenot-Orchesters, dirigiert von der Schwester des Erfinders, Ginette Martenot. 1947 wurde gar eine eigene Klasse zum Studium des Ondes Martenot Spiels am Musikkonservatorium in Paris eingerichtet.<sup>7</sup>

Mit der Zeit beteiligten sich auch Aussenstehende an der Vervollkommnung von Martenot's Instrument. Ein mit Saiten bespannter Lautsprecher, „Palme“ genannt, wurde 1950 von Professor Louis Leprince-Ringuet entwickelt.<sup>7</sup>

Etliche Komponisten schrieben im Laufe der Zeit für das Ondes Martenot. Die Liste reicht von progressiven Komponisten wie Edgar Varèse oder Pierre Boulez, über Filmmusiker wie Maurice Jarre oder



**Abb.23: Martenot spielt die finale Version des Instrumentes**

Quelle : [http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/martenot/martenot.jpg](http://www.obsolete.com/120_years/machines/martenot/martenot.jpg)

Elmer Bernstein, bis hin zu Pop-Künstlern wie z.B. Frank Zappa. In jüngerer Vergangenheit findet sich das Ondes Martenot auf den Radiohead Alben „Kid A“, „Amnesiac“ und „Hail to the Thief“, auf Joe Jackson's „Night Music“ und auf Bryan Ferry's Album „As Time Goes By“. Filmfans haben es möglicherweise schon in den Soundtracks zu „Lawrence von Arabien“, „Die fabelhafte Welt der Amelie“ oder „Ghostbusters“ gehört.<sup>3</sup>

Oft wird die Frage gestellt, ob sich die Entwicklung des Theremins und die des Ondes Martenot gegenseitig beeinflusst hätten. Manchmal wird behauptet, Martenot wäre erst durch ein Treffen mit Lew Thermen zur Entwick-

lung des Ondes Martenot angeregt worden.<sup>8</sup> Genauer belegt ist allerdings ein Treffen von 1930 bei dem sich Martenot und Thermen in New York City vorgestellt wurden. Zu diesem Zeitpunkt hatten beide Erfinder ihre Instrumente bereits fertig entwickelt und öffentlich vorgestellt.<sup>1</sup>

Ab dem Ende der 1970er Jahre führte das Erscheinen Analoggeräts und Digitaler Synthesizer zu einem Nachlassen des Interesses an dem Instrument. Die Herstellung der Ondes Martenot, die immer in Familienhand geblieben war, hörte deshalb mit dem Tod von Maurice Martenot im Jahre 1980 praktisch ganz auf.<sup>1</sup> Heute werden unter dem Namen „French Connection“ wieder Ondes Martenot von der englischen Firma Analogue Systems gebaut. Ursprünglich für den Keyboarder von Radiohead entwickelt, der bei Live Auftritten um sein Original-Ondes bangte, gibt es diese Instrumente nun auch in Serie.<sup>9</sup> Die Ondes Martenot Virtuosen wird's freuen, denn sich noch lange an den einzigartigen Klängen ihres Instrumentes erfreuen.

## Erfinder

Maurice Martenot war - anders als Lew Thermen (der Erfinder des Theremins) - stets mehr Musiker als Techniker<sup>1</sup>, eine Tatsache, die sich sowohl in seinem Instrument als auch in seinem Lebenslauf widerspiegelt. Er erblickte am 14. Oktober 1898 in Paris das Licht der Welt und zeigte schon im jüngsten Alter Zeichen musikalischen Talents. Der Kindheit entronnen studierte er Klavier, Cello, Harmonielehre und Kontrapunkt.<sup>7</sup>



**Abb.24: Maurice Martenot**

Quelle : peterpringle.com  
Jean Laurendeau

Erste Versuche, sich mit elektronischen Mitteln musikalisch auszudrücken unternahm er bereits um 1918 während seiner Militärzeit.<sup>1,7</sup> Von da an liess ihn die Vision der Entwicklung seines eigenen Instrumentes nicht mehr los. Nachdem er das Ondes Martenot 1928 mit grossem Erfolg vorgestellt und bis 1932 ausgedehnte Tourneen unternommen hatte, widmete er sich seiner zweiten grossen Leidenschaft : Der Musikpädagogik.<sup>7</sup>

Er gründete mit Youry Bilstin das „Psychopädagogische Institut zur musikalischen Erziehung“. Dieses Institut mit dem knochentrockenen Namen erwies sich als grosser Erfolg : Bereits 1933 konnte Martenot die Goldmedaille des Lépine-Wettbewerbs für die Schaffung von Erziehungsspielen im Bereich musikalische Spiele entgegennehmen. Aber auch sein Instrument fand immer mehr Anklang. 1937 erhielt Martenot den ersten Preis der „internationalen Ausstellung für Kunst und Technik“, auch als Pariser Weltausstellung bekannt.<sup>7</sup>

Niemand kommt in Frankreich an Musique-Concrete-Gründer Pierre Schaeffer vorbei, wenn es um elektronisch erzeugte Musik geht. Aus dem Umfeld dieses Pioniers gingen später so bekannte Elektronikmusiker wie beispielsweise Jean Michel Jarre hervor. 1942 baute Schaeffer das Versuchsstudio des französischen Radios auf. Mit von der Partie : Maurice Martenot.

Einige Zeit später konnte Martenot endlich all seine Talente bündeln : Er wurde Professor und unterrichtete von da an am Pariser Musikkonservatorium. Seine Fächer : Ein Kurs in Rhythmischer Entwicklung für Tanzschüler und ein Studiengang, der das Spiel des Ondes Martenot lehrte. Um 1968 wurde er nach Montreal berufen um dort angehende Musiklehrer auszubilden.

In seinem Buch „Grundprinzipien musikalischer Bildung und ihre Anwendung“ fasste er schliesslich all seine musikpädagogischen Erfahrungen und Entwicklungen zu einer von ihm konzipierten Gesamtmethode zusammen.<sup>7</sup> Er verbreitete diese auch im Auftrag des französischen Ministeriums für kulturelle Angelegenheiten unter dem Namen „Méthode d'éducation musicale Martenot“.<sup>7</sup>

Maurice Martenot war sowohl im Bildungswesen als auch in technisch Orientierten Kreisen ein angesehener Mann. Er bekam Ehrentitel und war Mitglied in so verschiedenen Organisationen wie dem „Höheren Rat des Bildungs- und Schulwesens“, dem „Zentralen Rat des französischen Rundfunks“, der UNESCO und einigen mehr.<sup>7</sup>

Die Perfektionierung seines Instrumentes liess ihn trotz dieser Aufgabenfülle niemals los. Noch 1979 rüstete er es auf Transistortechnik um. Kurz danach, am 8. Oktober 1980 starb Maurice Martenot in Clichy durch einen Verkehrsunfall.<sup>7</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Peter Pringle : The Theremin And The Ondes Martenot. [<http://www.peterpringle.com/ondes.html> (Zugriff am 10.4.2007)].
- <sup>2</sup> David Miller : The Paul Tanner Electro-Theremin Page. [<http://www.electrotheremin.com/PTE-TPage.html> (Zugriff am 10.4.2007)].
- <sup>3</sup> Ondes Martenot [[http://en.wikipedia.org/wiki/Ondes\\_Martenot](http://en.wikipedia.org/wiki/Ondes_Martenot) (Zugriff am 11.4.2007)].
- <sup>4</sup> Christine Ott : Ondes Martenot. [<http://ondesmartenot.free.fr/site%20anglais/ondes%20martenot%20uk.html> (Zugriff am 10.4.07)].
- <sup>5</sup> Arte Archimedes : Das Ondes Martenot. [<http://archives.arte-tv.com/hebdo/archimed/19990608/dtext/sujet5.html> (Zugriff am 10.4.2007)].
- <sup>6</sup> Ondes Martenot. [[http://de.wikipedia.org/wiki/Ondes\\_Martenot](http://de.wikipedia.org/wiki/Ondes_Martenot) (Zugriff am 12.04.2007)].
- <sup>7</sup> Maurice Martenot. [[http://fr.wikipedia.org/wiki/Maurice\\_Martenot](http://fr.wikipedia.org/wiki/Maurice_Martenot) (Zugriff am 12.04.2007)].
- <sup>8</sup> Simon Crab : The Ondes Martenot. [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/martenot/](http://www.obsolete.com/120_years/machines/martenot/) (Zugriff am 14.4.2007)].
- <sup>9</sup> Analogue Systems : French Connection [<http://www.analoguesystems.co.uk/> (Zugriff am 10.4.2007)].

## Literatur

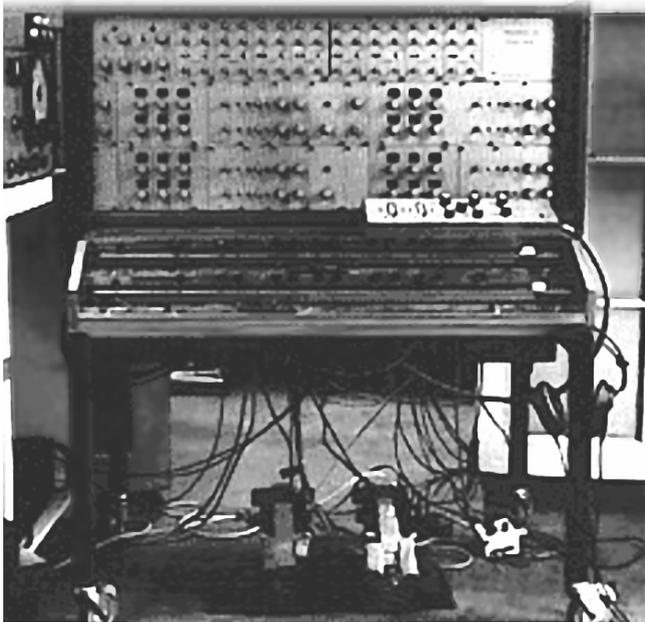
Jean Laurendeau : Maurice Martenot, Luthier De L'Electronique, éd. Louise Courteau, Montréal / Dervy-Livres, Croissy-Beaubourg, 1990.

Maurice Martenot : Principes fondamentaux de formation musicale et leur application. Sechste Auflage, Editions Magnard , Paris, 1990.

Maurice Martenot, Christine Saiïto : La Relaxation Active. Le Courier Du Livre (Editions Trédaniel), Paris, 2004.

# Trautonium (1930)

Mixturen und subharmonische Vogelschreie



**Abb.25: Das Konzertrautonium von 1952**

Quelle : [http://www.monstersynths.com/  
images/trautonium.png](http://www.monstersynths.com/images/trautonium.png)

## Technik

Sehr viele Menschen haben vermutlich schon einmal ein Trautonium gehört - und werden es nie erfahren ! Denn die furchteinflößenden Vogelschreie in Alfred Hitchcock's „Die Vögel“ wurden nicht von Lebewesen ausgestossen - sie wurden auf einem Trautonium gespielt : Vom Komponisten Oskar Sala in seinem kleinen Studio in einem Berliner Hinterhof.<sup>4</sup>

Das Trautonium wird über zwei druckempfindliche Drahtmanuale gespielt. Es ist ein monophones Instrument, allerdings kann jedes Manual einen eigenen Ton erzeugen, sodass zweistimmig gespielt

werden kann. Die Drahtmanuale erlauben Töne mit gleitender Tonhöhe, durch die zusätzliche Druckempfindlichkeit wird ein sehr ausdrucksstarkes Spiel möglich. Mit Leder überzogene Metallstreifen markieren die Position bestimmter Töne. Diese Metallstreifen haben elektrisch keinerlei Funktion, geben aber optische Anhaltspunkte. Man kann sie auch bis auf den Draht herunterdrücken, um bestimmte Töne exakt zu erwischen. Die Klänge (Mixturen) des Trautoniums werden über Pedale gewechselt. Eingestellt werden die sie über ein Bedienungsfeld, das in seiner Erscheinungsform bereits an die späteren Modularsynthesizer erinnert.

Die Klangwelt des Trautoniums ist so vielfältig, dass man kaum Aussage über eine bestimmte Klangcharakteristik machen kann. Von (etwas härteren) Streicherklängen über Orgelartiges bis hin wüsten Geräuschen ist mit diesem Instrument alles machbar. Eine weitere Spezialität sind Vokalklänge, also Töne, die an menschliche Stimmen erinnern.

Durch die Erzeugung der Untertonreihe, die sonst nur in klingenden Metallplatten oder Glocken hörbar wird, sind metallische Klänge möglich, die in unseren Ohren oft heute noch neu und fremdartig klingen.

Vergleicht man die Trautonium-Klänge mit den Klängen früher digitaler Synthesizer, so stellt man gewisse Ähnlichkeiten fest. Dies ist um so bemerkenswerter, wenn man bedenkt, dass das Trautonium über 50 Jahre früher, nämlich 1930, erfunden und gebaut wurde. Funktionsprinzip

## Tonerzeugung

Die Tonerzeugung des Mixturtrautoniums ist ebenso ungewöhnlich wie komplex, deshalb ist auch ihre Erklärung nicht ganz einfach. Sie geht leider auch nicht ganz ohne Fachchinesisch ab. Versuchen wir's trotzdem :

Mittels der Kippschwingungen von Glimmlampen werden Sägezahnwellen erzeugt. Dieser Sägezahn wird durch zwei stimbare Filter mit Formanten angereichert. (Formanten sind Frequenzanteile im Klang, die auch bei Änderung der Tonhöhe gleich bleiben.

Sie sind z.B. für den speziellen Klang der menschlichen Stimme mitverantwortlich.) Dies ermöglichte sehr vielfältige und leicht und schnell veränderbare, elektronische Klänge.<sup>4</sup>



**Abb.26: Das Drahtmanual des Trautoniums**

Quelle : <http://www.differentlands.com/ft/services/didactics/instruments/electronics/img/trautonium2.gif>

Die Tastatur besteht aus einem über ein Brett gespannten Draht. Je nachdem, wo man den Draht berührt, entsteht eine andere Spannung. Diese Spannung wird zur Steuerung der Tonhöhe benutzt.

Die Dynamiksteuerung erfolgt über denselben Draht, über den auch die Tonhöhe gespielt wird. Der Draht ist mit einem sogenannten „Glyzerinwiderstand“ verbunden. Dabei hängt an dem Draht ein Metallstück, das in Glyzerin getaucht ist. Je mehr man den Draht herunterdrückt, um so mehr wird das Metallstück aus dem Glyzerin herausgezogen und der Stromfluss verringert sich. Dieser Widerstand ist

übrigens ein Patent von Oskar Sala<sup>2</sup> und erinnert stark an die ersten Flüssigkeitsmikrofone von Elisha Gray (siehe Kapitel „Harmonic Telegraph“).

Das Mixturtrautonium verdankt seinem Namen der Stimmkopplung, die sehr stark der Stimmkopplung bei Pfeifenorgeln (Mixturen) ähnelt.<sup>4</sup> Um eine Mixtur zu erzeugen, werden die vier Oszillatoren des Trautoniums auf verschiedene Tonhöhen und Lautstärken gestellt. Wenn sich beim spielen des Instruments die Tonhöhe ändert, so ändert sie sich für alle Oszillatoren gleichzeitig, wobei die eingestellten Tonabstände und Lautstärkeverhältnisse gleich bleiben. Beim Mixturtrautonium gibt es zusätzlich noch eine Untertonreihe (Subharmonische), die sich spiegelbildlich zur normalen Obertonreihe verhält. Dies wird mittels vier Nebengeneratoren pro Stimme erreicht, die vom Hauptgenerator synchronisiert werden und auf beliebige Frequenzen der subharmonischen Tonreihe stimmbar sind.<sup>4</sup>

Dazu werden aus der „Masterfrequenz“ des Eingangssignals 4 Subharmonische abgeleitet, die jeweils in einem Teilverhältnis von

1 bis 24 eingestellt werden können. Jede Subharmonische besitzt einen eigenen Lautstärkereglер, um das Mischungsverhältnis der 4 Subharmonischen einzustellen. Diese sogenannte „Mixtur“ kann nun direkt hörbar gemacht werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, jede Subharmonische einzeln abzugreifen und separat über weitere Klangformungskomponenten, wie z.B. die eingebauten Formantfilter oder auch externe Effektgeräte zu leiten. Die Umschaltung der Mixturen kann über die im Mixturtrautonium eingebauten Fusspedale erfolgen.<sup>5</sup>

Viele seiner charakteristischen Klänge verdankt das Mixturtrautonium der Überlagerung der Grundtöne mit ihren harmonischen Ober- und Untertonreihen. Dies bringt zwar Einschränkungen beim setzen der Töne mit sich, es entstehen dafür aber auch sehr interessante Effekte, die auf dem „Durcheinanderlaufen“ der Koppelungsreihen entstehen.<sup>4</sup>

Extreme Klangveränderungen, die manchmal an glockige, metallische Ringmodulatoreffekte erinnern, lassen sich mit dem integrierten „Frequenzschieber“-Modul erzeugen.<sup>5</sup>

## Verwandtschaften

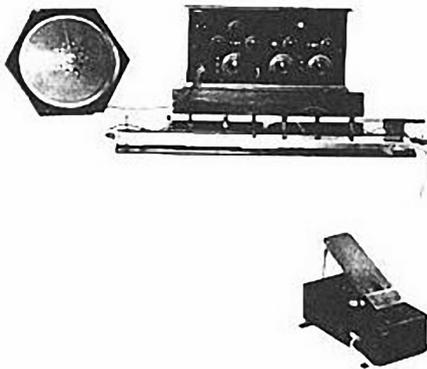
Die Spielweise des Trautoniums ähnelt der des Ondes Martenot, welches teilweise auch über einen Draht gespielt wird. Beim Ondes Martenot ist er allerdings nicht druckempfindlich.

In seiner Art der Tonerzeugung ist das in der früheren DDR entwickelte Subharchord dem Trautonium sehr ähnlich. Auch das Subharchord benutzt Subharmonische Mixturen zur Klangerzeugung und wurde in dieser Hinsicht vom Trautonium inspiriert. Allerdings besitzt es anstatt des Drahtmanuals eine Standard-Klaviertastatur.

## Entwicklung

Trautwein hatte um 1930 die Idee, eine Sägezahnwelle durch einen Schwingkreis zu leiten. Dadurch wurden erstmals elektronisch erzeugte Vokalklangfarben (Stimmklänge) möglich, die auch veränderbar waren. Ein absolutes Novum zur damaligen Zeit, denn von den anderen elektronischen Instrumenten (Ondes Martenot, Theremin) kannte man nur den weichen Klang von Sinuswellen.<sup>3</sup>

Oskar Sala, damals ein junger Student des Komponisten Hindemith, hörte von Trautweins Experimenten und war sofort Feuer und Flamme. Als er Hindemith fragte, ob er beim Bau des Trautoniums helfen könne, antwortete dieser erfreut : „Können Sie löten ?“. Sala wurde auf der Stelle in die Entwicklung des Trautoniums mit einbezogen.<sup>4</sup>



**Abb.27: Der Trautonium-Prototyp**

Quelle : [http://perso.orange.fr/aquarella/synthes/Histoire/trautonium\\_ealy.jpg](http://perso.orange.fr/aquarella/synthes/Histoire/trautonium_ealy.jpg)

Das Erste, Ende der 20er Jahre entwickelte Instrument war noch sehr einfach. Es bestand aus einer mit einem Schwingkreis gekoppelten Elektronenröhre und einem Bandmanual aus einem waagrecht gespannten Draht, der auf eine darunterliegende Metallschiene gedrückt wurde. Mixturen besass es noch nicht, auch das Drahtmanual war noch nicht druckempfindlich. Eigentlich war es mehr ein Prototyp, mit dem die Möglichkei-

ten der Technik demonstriert werden konnten. Von diesem Modell wurden zunächst 3 Exemplare gebaut.<sup>1,2</sup> Mit diesen 3 Trautonien wurden Paul Hindemith's Kompositionen „Triostücke für 3 Trautonien“ am 30. Juni 1930 in Berlin von Oskar Sala, dem Pianisten Rudolph Schmidt und Hindemith selbst uraufgeführt.<sup>3</sup> Hören kann man sie noch heute auf Sala's CD „Elektronische Impressionen“ (Siehe Literaturangaben unten).

Die Öffentlichkeit war beeindruckt und begeistert von den neuartigen Klängen, sodass sehr bald weitere Kompositionen für Orchester und Trautonium geschrieben und aufgeführt wurden.<sup>4</sup>

Danach entwickelte Sala in Zusammenarbeit mit Telefunken eine Version, die zwar noch immer keine Mixturen, dafür aber einige Hilfstasten und 2 Formant-Filter besass. Oskar Sala kommentiert, dass die Telefunken dafür „sogar einen Drehkondensator geopfert“ hätte, was „ein schwerer Entschluss für die Firma“ gewesen sei, da damals noch wirklich um jedes Bauteil gerungen wurde.<sup>2</sup> Dieses Instrument ging als das sogenannte „Volkstrautionium“ in

Serie. Laut Sala wurden davon 1933-1934 rund 80 bis 100 Stück gebaut und es sind „sogar ein paar verkauft worden“. Der Bau der Instrumente wurde aber wegen des Ausbruchs des zweiten Weltkriegs gestoppt.<sup>2</sup>



**Abb.28: Volkstrautonium**

Quelle : <http://www.discretesynthesizers.com/archives/miessner/miessner01-12.jpg>

Nachdem die NSDAP die Macht übernommen hatte, erreichte Friedrich Trautwein für die Entwickler des Trautoniums einen Vorspieltermin bei Goebbels. Dieser zeigte sich beeindruckt von der technischen Überlegenheit des Instrumentes und die Entwicklung durfte auch unter der Nazi-Regierung weitergehen.<sup>3</sup>

Im Auftrag der Reichsrundfunkgesellschaft entwickelte und baute Sala daraufhin das Rundfunktrautonium, in dem er zum ersten mal eigene Ideen und Vorstellungen verwirklichen konnte. Es wurde 1935 fertiggestellt.<sup>1</sup>

Das Rundfunktrautonium besass nunmehr 2 Bandmanuale, jedes davon ausgestattet mit zwei Mixturen und zwei Formantfiltern. Die Bandmanuale waren druckempfindlich gelagert, was durch die druckgesteuerte Veränderung der Lautstärke erstmals ein ausdrucksstarkes Spiel ermöglichte. Die Manuale verfügten über noch mehr Hilfstasten zum leichteren Auffinden der Töne. Das Rundfunktrautonium wurde 1935 fertiggestellt. Durch Sala's zusätzliche Verbesserungen wurde das Trautonium zu einem Konzertinstrument, auf dem man sogar Stücke von Paganini spielen konnte.<sup>1,3</sup> Es wurde reger Gebrauch von dem Instrument gemacht. Je nach Bedarf wurde es auf Rollen in verschiedene Sendesäle gebracht und es gab regelmässige Rundfunksendungen mit Trautoniummusik.<sup>2</sup>

Das Funkhaus, in dem das Trautonium stand, fiel nach dem Krieg in Russische Hände. Die Russen hatten grosse Pläne mit Sala und dem Instrument, sie wollten eine Quadrophonische Version davon bauen, Quartett-Trautonium genannt. Diese Version hatte

vier Spieltische und ebensoviele Lautsprecher. Sie war schon fast fertiggestellt, als plötzlich die Engländer das Gebäude übernahmen. Sala konnte gerade noch das, was von der Ausrüstung ihm gehörte, in einen eiligst herbeigeschafften LKW retten. Das Quartett-Trautonium und das Rundfunk-Trautonium musste er zurücklassen, denn sie waren Rundfunkeigentum. Am nächsten Tag war das Gebäude ausgeräumt und die Anlagen zerstört. Frustriert von dieser Erfahrung beschloss Oskar Sala, es von nun an auf eigene Faust zu versuchen. Bevor er dies tun konnte, wurde er allerdings zum Kriegsdienst eingezogen und kam nur durch eine glückliche Fügung lebend zurück.<sup>2,3</sup>

Das letztendliche Mixturtrautonium (oder Konzerttrautonium) wurde von Sala nach seiner Rückkehr aus dem Militärdienst gebaut. Durch eine von Sala entwickelte Schaltung, für die er auch ein amerikanisches Patent erhielt, konnte die Klangerzeugung des Instrumentes komplett auf die Basis Subharmonischer Mixturen gestellt werden. Die Klangerzeugung beruhte auf Thyatron Röhren. Es wurde 1952 nach dreijähriger Bauzeit fertiggestellt und erhielt Patente in Frankreich, den USA und Deutschland. Es enthielt unter anderem einen Frequenzumsetzer, einen Hüllkurvengenerator („elektronisches Schlagwerk“) einen Rauschgenerator und ein Metronom.<sup>1</sup>

Parallel dazu erschienen 1948/49 Aufsätze zur Funktionsweise des Trautoniums in der Zeitschrift „Frequenz“. Sie enthielten laut Oskar Sala „alles Wesentliche“.<sup>3</sup>

Der WDR in Köln versuchte sich ebenfalls am Bau eines Trautoniums und bat dafür Trautwein um seine Unterlagen und Pläne. Trautwein gab diese bereitwillig heraus, aber weder er noch Sala wurden in das Projekt involviert. Sala äusserte in einem Interview dass dabei „dementsprechend wenig herausgekommen“ sei. Trotzdem bewunderte er die Mitarbeiter des Kölner Studios für elektronische Musik, die in unermüdlicher Kleinarbeit Kompositionen mit riesigen Sinusgeneratoren zusammensetzten.<sup>3</sup>

Oskar Sala, nun mit dem 1952er Mixturtrautonium ausgestattet, mietete sich einen Schneidetisch bei der Firma Mars-Film, eignete sich das entsprechende Wissen an und begann, Filme zu verto-

nen. Zu Beginn waren dies hauptsächlich Industriefilme wie „Aluminium, Portrait eines Metalls“ (1958) oder die Mannesmann-Dokumentation „Stahl, Thema mit Variationen“, der 1960 den Grand Prix in Rouen gewann. Sala stand mit seinen elektronischen Klängen praktisch konkurrenzlos da. Einziger Mitbewerber bei der Filmvertonung war das Studio der Firma Siemens in München, das zwar sehr gut ausgestattet war, aber, so Sala, kein richtiges Musikinstrument zur Verfügung hatte. So wurde Sala mit Filmvertonungsaufträgen überschwemmt, bis 1962 Alfred Hitchcock anklopfte.<sup>2</sup>

Sala hatte davor mit seinem Ex-Kommilitonen Remi Gassmann eine Ballettmusik produziert. Dieses Ballet („Paean“, Choreografie Tatjana Gsovsky) wurde 1960 in der städtischen Oper in Berlin uraufgeführt<sup>3</sup> und lief auch sehr erfolgreich in Paris und schliesslich in New York. Nach einer der dortigen Vorstellungen, kamen die frustrierten Filmvertoner von Alfred Hitchcock zu Remi Gassmann und klagten ihr Leid. Sie hatten Hitchcock Möwenschreie, Krähenschreie und Gott-weiss-was-noch angeboten, aber der Meister war mit alledem völlig unzufrieden. Gassmann brachte sie mit Sala in Kontakt, der daraufhin einen Probeakt des Filmes zugeschickt bekam. Diesen



**Abb.29: Alfred Hitchcock (Links) und Oskar Sala**

Quelle : <http://www.gema.de/presse/news/n162/bilder/sala2.jpg>

vertonte Sala auf seine übliche Art : Den Schneidetisch neben dem Trautonium, nahm er direkt zum Bild auf, schichtete mittels Mehrspuraufnahme (3 Spuren) mehrere Schreie zu Vogelschwärmen, schnitt alles selber und legte es auch selbst an den Film an. Dann schickte er den fertig vertonten Probeakt nach Amerika zurück.<sup>2</sup>

Wie reagierte Hitchcock ? Lassen wir Oskar Sala selbst erzählen : „Es war der Akt, wo die Vögel das Haus überfallen. Die kommen da durch den Kamin runter, und da steht einer hinter so einer Glaswand und pickt da durch. Und wie der Schnabel da durchkam ‚Wahwah...!‘ da hab ich einen besonders hässlichen Schrei gemacht. Hitch

sagte ‚An der Stelle fuhr ich vor Schreck zusammen und wusste, dass es genau das war, was ich brauchte - etwas, was die Leute erschreckt.‘<sup>1</sup> <sup>2</sup>

Sala bekam den ganzen Film und vertonte ihn in Eigenregie in seinem Studio. Als er fertig war, rief er Alfred Hitchcock an, der zur Begutachtung nach Berlin kam. Er war vollkommen zufrieden und konnte sogar noch früher als geplant in Urlaub fahren. Das Trautonium, das Sala zur Vertonung von „Die Vögel“ benutzte, steht mittlerweile im Deutschen Museum in Bonn.<sup>2</sup>

Auch die bekannte Edgar Wallace Filme der sechziger Jahre profitierten von Trautonium-Klängen : Der Soundtrack zu „Der Würger von Schloss Blackmoor“ (1963) findet sich heute auf der CD „Subharmonische Mixturen“, die Sala auf dem Erdenklang-Label veröffentlichte.<sup>11</sup>

Zwischen 1930 und 1962 gab Oskar Sala auch etliche Konzerte und reiste mit dem Trautonium in viele verschiedene Länder. Er spielte Ende der 30er Jahre über 20 mal Harald Genzmer's „Konzert für Trautonium und Orchester“, unter anderem in Strassburg, Budapest, Hilversum und Danzig. Nach dem Krieg spielte er in Berlin und Bayreuth die Parzivalglocken und in Rom Honegger's Oper „Jeanne D'Arc au bucher“, die im Original übrigens für das Ondes Martenot konzipiert war. Das Reisen mit einem derart empfindlichen Instrument war aber sehr anstrengend und zeitaufwendig, sodass Sala die Auftritte ab 1962 weitgehend einstellte und sich auf seine Studiotätigkeit konzentrierte.<sup>3</sup>

1988 wurde das Mixturtrautonium von 1952 durch eine auf Halbleitertechnik basierende Version ersetzt. Diese Version wurde von Studenten der Fachhochschule der Deutschen Bundespost in Berlin unter der Leitung der Professoren Helmut Zahn und Dietmar Rudolph nach Sala's Vorgaben gebaut.<sup>1</sup>

Das Halbleitertrautonium von 1988 verband die bewährte Grundkonzeption des Mixturtrautoniums mit den Vorteilen moderner Mikroelektronik. Spieltechnik und die grundsätzliche Klangerzeugung wurden weitgehend beibehalten, allerdings war das Instrument sehr viel leichter zu registrieren. Verschiedene Mixturen konnten vorprogrammiert und dann auf Knopfdruck abgerufen werden.

Ausserdem besass das neue Instrument eine absolut präzise Frequenzteilung und war entschieden weniger reparaturanfällig.<sup>1</sup>

Bei der Transistorisierung des Trautoniums sollte der Glycerinwiderstand, welcher die Dynamik des Instruments steuerte, durch eine „trockenere Lösung“ ersetzt werden, aber man fand keine Alternativen. Nichts Anderes machte so ein differenziertes Spiel möglich wie der Glycerinwiderstand. So baute man zuletzt das Teil aus dem alten Trautonium aus und in das Neue ein.

Leider fand sich ausser Oskar Sala niemand, der das Trautoniumspiel erlernen wollte. Gruppen wie Tangerine Dream oder Kraftwerk interessierten sich für das Instrument, da aber niemand ausser Oskar Sala eines bauen konnte (und er es nicht wollte), blieben diese Kontakte fruchtlos. So gibt es nun, nach dem Tod Oskar Sala's praktisch keinen Menschen mehr, der noch Trautoniummusik aufführen könnte. Oskar Sala räumte allerdings ein, dass es möglicherweise auch daran liegen könnte, dass er, als Erbauer der Trautonien, die Instrumente so stark auf sich zugeschnitten hat, dass Andere sich daran sehr schwer taten.<sup>2</sup>

Mittlerweile gibt es von der Deutschen Firma Doepfer ([www.doepfer.de](http://www.doepfer.de)) Trautoniums-Module, die man in Modulare Synthesizersysteme integrieren kann. Sie sind Bestandteile des Doepfer Modulare Systems A-100. So ist beispielsweise der „Subharmonische Generator A-113“ eine komplette Nachbildung des Subharmonischen Oszillators von Oskar Sala. Entwickelt wurde dieses Modul in Zusammenarbeit mit Prof. Hans-Jörg Borowicz, der auch am Bau des Halbleiter-Trautoniums beteiligt war. Die von diesem Modul erzeugten Klänge können entweder direkt abgegriffen und hörbar gemacht werden, oder aber in weitere Bausteine des Modulsystems (wie z.B. Formantfilter) geleitet werden. Gesteuert werden kann diese Tonerzeugung auch über eine normale Keyboard-Tastatur, es ist aber auch ein separater Ribbon-Controller erhältlich, der eine ähnlich Spielweise wie das Drahtmanual des Original Trautoniums möglich macht.

Mittlerweile ist mit den Doepfer-Modulen der Bau eines eigenen Trautoniums möglich. Das erste Exemplar des Subharmonischen Generators wurde übrigens von der Firma Doepfer an Oskar Sala zu dessen 90. Geburtstag überreicht.<sup>5</sup>

Auch Softwarelösungen, die das Trautonium im Rechner simulieren, sind zu haben. Die bekannteste davon ist das Neu-Trautonium, von Rick Jelliffe. Konzipiert als sogenanntes VST-PlugIn können damit Trautoniumsklänge in moderne Musikproduktions-Programme wie z.B. Cubase integriert werden. Das Neu-Trautonium ist freie Software und kann unter der Internet Adresse <http://extra.schematron.com/Neumixturtrautonium.html> kostenlos heruntergeladen werden.

Diese modernen Lösungen ermöglichen es heute praktisch jedem Interessierten, mit der Tonerzeugung des Trautoniums zu experimentieren. Allerdings eben nur mit der Tonerzeugung. Da der Klang des Trautoniums aber sehr stark von der Art, wie es gespielt wird geprägt wird (also von den zwei Drahtmanualen und ihrer Dynamiksteuerung mit der ganzen, aufwändigen Mechanik, die dahintersteht), kann man sich mit diesen Alternativlösungen dem Original nur nähern. Ein Komposition von Oskar Sala damit nachzuspielen, dürfte schwierig werden.<sup>2</sup> Um aber die Trautoniums-Klänge am Leben zu halten und in aktuelle Musik zu integrieren, eignen sich diese zeitgenössischen Varianten sehr gut.

## Erfinder

Friedrich Trautwein erblickte das Licht der Welt am 11. August 1888 in Würzburg.<sup>9</sup> Schon als Kind spielte er Orgel in der Kirche, später studierte er Musik und technische Physik am Konservatorium und der Universität Heidelberg, sowie an den technischen Hochschulen Berlin und Karlsruhe.<sup>4</sup>

1921 wurde er Doktoringenieur. Ein Jahr später bekam er eine Stelle als Postrat am Telegrafentechnischen Reichsamtsamt. Dort war er unter anderem an der Errichtung des ersten deutschen Rundfunksenders im Berliner Vox-Haus beteiligt.<sup>4,9</sup> Erste Versuche auf dem Gebiet der elektronischen Musik startete er 1923.<sup>4</sup>

1929 bekam Friedrich Trautwein eine Dozentur für musikalische Akustik an der Musikakademie in Berlin, die ihm die Entwicklung und den Bau der ersten Trautoniumen ermöglichte.<sup>1</sup>



**Abb.30: Friedrich Trautwein**

Quelle : [www.trautonium.de/images/tst.jpg](http://www.trautonium.de/images/tst.jpg)

Während des 2. Weltkrieges traf das Schicksal Friedrich Trautwein sehr hart. Einer seiner Söhne war gefallen, ein anderer hatte einen Arm verloren. Nur sein jüngster Sohn hatte den Krieg unverletzt überlebt. Als das dritte Reich sich schon seinem Ende näherte, war Trautwein noch der NSDAP beigetreten. Dies wirkte sich nach Kriegsende sehr negativ für ihn aus, denn er war in der Berliner Musikakademie nicht mehr erwünscht. So wechselte er an das Robert-Schumann-Konservatorium in Düsseldorf.<sup>3,10</sup>

Dort gründete er 1949 die Bild- und Klangakademie BIKLA. Bis heute kann auf deren Grundlage in Düsseldorf Ton- und Bildtechnik studiert werden.<sup>9</sup>

Doch die elektronische Musik liess ihn nicht los. Trautwein entwickelte ein weiteres elektronisches Musikinstrument. Es nannte sich „Monochord“ und wurde 1952 vorgestellt.<sup>9</sup>

Den Höhepunkt des Trautoniums um 1962 konnte Friedrich Trautwein leider nicht mehr miterleben. Er starb am 20. Dezember 1956 in Düsseldorf.<sup>3</sup>



**Abb.31: Oskar Sala**

Quelle : [www.erdenklang.de/fileadmin/images/oskar\\_sala.jpg](http://www.erdenklang.de/fileadmin/images/oskar_sala.jpg)

Oskar Sala wurde am 18. Juli 1910 im ostthüringischen Greiz geboren<sup>7</sup>. Er spielte schon als Schüler Klavier<sup>2</sup>, weshalb es zunächst so aussah, als würde er Konzertpianist werden. 1927 stand er zum ersten Mal als Solist mit dem 2. Klavierkonzert von Beethoven auf der Bühne des Tivoli-Theaters in Greiz.

1929, das Abitur in der Tasche, machte er sich sofort daran, bei dem Komponisten Paul Hindemith in Berlin Musik zu studieren. Hindemith stellte den vielversprechenden Studenten Sala 1930 dem Ingenieur Friedrich Trautwein vor, der kurz zuvor die Entwicklung des Trautoniums begonnen hatte. Sala sah und hörte das Trautonium, und es war um ihn geschehen : Sein weiteres Leben stand fast ausschliesslich im Zeichen Trautonischer Angelegenheiten.

Sala war von dem Instrument derart fasziniert, dass er von 1932 bis 1936 Naturwissenschaften an der Universität Berlin studierte, um sich das nötige technische Verständnis und die Fertigkeiten anzueignen, die er brauchte, um es weiter zu entwickeln.<sup>8</sup>

Im zweiten Weltkrieg wurde Oskar Sala an die russische Front versetzt. Seine wohlbehaltene Rückkehr verdankt er einem Ereignis, bei dem er „mit zehn Flaschen Bier auf dem Buckel“ in der Dunkelheit unterwegs war, als die Russen plötzlich das Feuer eröffneten. Er fiel in einen Schützengraben, brach sich mehrere Rippen und fing sich einen Granatsplitter über den Auge ein. Vom Lazarett aus brachte ihn einer der letzten Deutschen D-Züge nach Hause.<sup>2</sup> Ohne diese zehn Flaschen Bier wäre die Welt also um etliche Trautoniums-Aufnahmen ärmer und Hitchcock's Vögel hätten vermutlich nur halb so gruselig geschrien.

Zurück in Deutschland widmete sich Sala wieder voll und ganz dem Trautonium. Zunächst nahm er es auf Konzertreisen mit. Da er das Instrument aber immer weiter verbesserte, und es infolgedessen immer komplexer und unförmiger wurde, widmete er sich mehr und mehr der Produktion von Filmmusik.<sup>7,8</sup> So spielte er im Laufe der Jahre die Soundtracks zu mehr als 300 Filmen in seinem Studio in Berlin ein.<sup>3</sup>

Auftritte beschränkten sich aufgrund der mangelnden Portabilität des Trautoniums mehr und mehr auf Vorträge, in denen er Aufnahmen vorspielte und Filme zeigte.<sup>8</sup>

Zu einem dieser Vorträge fanden sich zu Beginn der 1980er Jahre Hans-Jörg Borowicz, Dietmar Rudolph und Helmut Zahn ein, ihres Zeichens Professoren bei der damaligen Fachhochschule der Deutschen Bundespost in Berlin. Fasziniert von Sala und dem Trautonium boten sie ihm an, mit ihren Studenten eine neue Version des Instrumentes für ihn zu bauen - nach seinen Wünschen und mit moderner Mikroelektronik. Es dauerte einige Jahre, bis es das neue Instrument mit Sala's Röhrenversion aufnehmen konnte - doch dann war es soweit : Das erste Trautonium-Konzert nach 30 Jahren fand am 18. August 1988 in der Berliner Kongresshalle statt. Ein Jahr später folgte ein Auftritt auf der Berliner Funkausstellung, der vom SFB-Radio übertragen wurde.<sup>8</sup>

Dies brachte das fast vergessene Trautonium wieder in das Licht der Öffentlichkeit. Sala spielte in der Folge viele Konzerte und Auftritte, junge Musiker wurden auf Sala aufmerksam und zeigten Interesse an seinem Werk.

Oskar Sala bekam 1987 das Filmband in Gold und 1991 das Bundesverdienstkreuz verliehen, und immer wieder berichteten die Medien über ihn und seine Arbeit.<sup>3</sup>

Da es niemanden gab, der Sala's Werk fortsetzen konnte und er noch immer grosse Freude an der Musik hatte, führte er seine Arbeit bis zu seinem Tod fort. Er gab Konzerte und spielte weiterhin Musik für etliche Filme ein. Einige seiner früheren Aufnahmen wurden vom Plattenlabel „Erdenklang“ neu aufgelegt.

Oskar Sala starb am 27. Februar 2002 in Berlin.<sup>7,11</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Matthias Becker : Synthesizer von Gestern - Trautonium. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 5/1992. Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>2</sup> Matthias Becker : Oskar Sala - Pionier der elektronischen Musik (Interview). In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 10/2000. Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>3</sup> Matthias Becker : Oskar Sala - Ein Pionier der elektronischen Musik (Interview). In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 5/1992. Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>4</sup> André Ruschkowski : Die Dinosaurier-Geschichte der elektronischen Musikinstrumente. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 11/1991. Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>5</sup> Jörg Sunderkötter : Das Trautonium Projekt. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 10/2000. Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>6</sup> Friedrich Trautwein. [<http://www.trautonium.de/> (Zugriff am 5.5.2007)].
- <sup>7</sup> Oskar Sala. [[http://de.wikipedia.org/wiki/Oskar\\_Sala](http://de.wikipedia.org/wiki/Oskar_Sala) (Zugriff am 5.5.2007)].

- <sup>8</sup> Oskar Sala. [<http://www.trautonium.de/>] (Zugriff am 5.5.2007)]
- <sup>9</sup> Friedrich Trautwein. [[http://de.wikipedia.org/wiki/Friedrich\\_Trautwein](http://de.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Trautwein)] (Zugriff am 7.5.2007)].
- <sup>10</sup> Geschichte. [<http://www.rsh-duesseldorf.de/de/hochschule/geschichte.php>] (Zugriff am 7.5.2007)].
- <sup>11</sup> Oskar Sala : Subharmonische Mixturen. [<http://www.erdenklang.de/>] (Zugriff am 7.5.2007)].

## Literatur

Peter Badge : Oskar Sala, Pionier der elektronischen Musik. Buch mit CD-ROM/Audio-CD, Satzwerk Verlag, 2000.

Oskar Sala : Subharmonische Mixturen. Audio CD, Erdenklang Musik, Diepholz, Artikelnr. 70962.

Oskar Sala : Elektronische Impressionen. Audio CD, Erdenklang Musik, Diepholz, Artikelnr. 81032.

Oskar Sala : My Fascinating Instrument. Audio CD, Erdenklang Musik, Diepholz, Artikelnr. 90340.

# Hammond Orgel (1935)

Von Uhrwerken und Tonrädern



**Abb.32: Laurens Hammond mit der ersten Hammond-Orgel**

Quelle : [http://www.ishibashi.co.jp/academic/history\\_of\\_the\\_keyboards/organ/gif/laurens\\_hammond.jpg](http://www.ishibashi.co.jp/academic/history_of_the_keyboards/organ/gif/laurens_hammond.jpg)

## Technik

Ein Instrument wie die Hammond Orgel ausgiebig vorzustellen, hiesse Eulen nach Athen tragen. Jeder hat schon einmal eine elektronische Orgel gesehen, und die Hammond ist die Mutter all dieser Instrumente.

Sie wird gespielt über eine Standard-Pianotastatur und Fusspedale. Der Klang wird über sogenannte Zugriegel eingestellt, über die verschiedene Sinussignale addiert werden. Es gibt auch Schalter, mit denen werksseitig vorgegebene Mixturen abgerufen können,

um im Eifer des Gefechts schnell den Klang wechseln zu können, ohne die ganzen Zugriegel neu einstellen zu müssen.

Es ist heute schwer, sich die Sensation vorzustellen, welche die erste Hammond Orgel darstellte. Ein Beispiel : Eine Kirchenorgel kostete damals 75000 Dollar. Sie war die einzige Möglichkeit, ernsthafte Orgelwerke und geistliche Musik zu spielen. War sie einmal in einer Kirche, blieb sie auch da. Nun kommt die Hammond. Sie kostete 2600 Dollar und man konnte sie auf der Ladefläche eines Pickup-Trucks transportieren. In einer entsprechenden Räumlichkeit klang sie ganz ähnlich wie eine Pfeifenorgel, und was Robustheit und Langlebigkeit angeht : Die beweisen heute noch Rockmusiker wie Deep Purple's Jon Lord, der seiner Hammond B3 auf der Bühne wirklich nichts erspart !

Jeder ausgebildete Organist konnte sofort mit der Hammond umgehen, da sie in Zusammenarbeit mit Kirchenmusikern entwickelt und entsprechend optimiert wurde.

Vor der Hammond mussten die meisten Musiker mit dem Klavier vorliebnehmen, das in der Tanzhalle des Tages stand, egal wie kaputt, verstimmt und bierverklebt es auch war. Jetzt konnte man Orgelklänge auf die Bühne bringen ! Die Hammond verstimmte sich nie und man konnte sie von Auftritt zu Auftritt mitnehmen. Und wenn die Big Band zu laut war, musste man sich nicht mehr am Klavier die Finger wund klopfen. Man drehte einfach die Orgel lauter.

Obwohl sie zunächst als Pfeifenorgelersatz für Kirchen und Konzerthallen geplant war, fand die Orgel durch ihren vergleichsweise günstigen Preis nach und nach auch den Weg in die heimischen Wohnzimmer.

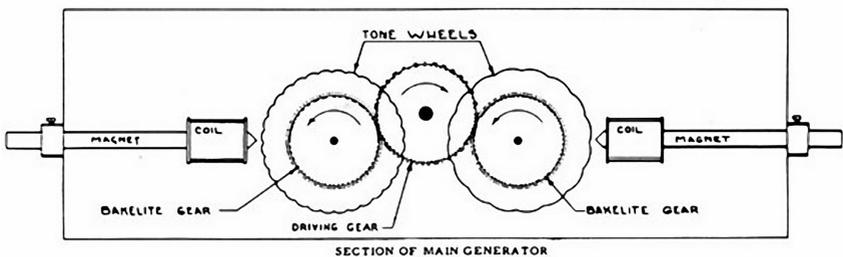
Die Hammond Orgel ermöglichte so völlig neue Arten des Musizierens. Sie holte die Orgel aus der Isolation der Kirchen und Theater und brachte sie erstmals in die Populärmusik. (Stellen sie sich nur mal Jazz mit einer Pfeifenorgel vor !) Sie war in jeder Hinsicht eine musikalische Revolution.

Wie klingt nun eine Hammond ? Im Urzustand weich und rund, ähnlich einer sehr sanft eingestellten Kirchenorgel, aber mit einem

wahrnehmbaren „Klick“ am Tonanfang. Über ein Kabinett mit rotierenden Lautsprechern (Leslie) gespielt, kann sie vibrierend, ähnlich einer Jahrmarktorgel oder Smooth-Jazzig klingen. Über einen übersteuerten Röhrenverstärker gespielt, klingt sie rau und rockig. Und trotz dieser Vielseitigkeit hört man ihn immer heraus : Den typischen Hammond-Organ Sound.

## Funktionsprinzip

Die Hammond Orgel erzeugt ihre Klänge mit sogenannten Tonewheel-Generatoren. Tonewheel bedeutet Klangrad, und genau so sieht es auch aus. Im Prinzip wie ein Zahnrad, das statt spitzen Zacken rund geschwungene, sinusförmige Wellen hat. Dieses Rad dreht sich nun vor einem Elektromagneten und erzeugt in diesem elektrischen Wechselstrom. Sieht man sich diesen Strom auf einem Oszilloskop an, hat er exakt dieselbe Form, wie die Erhebungen auf dem Tonewheel. Verstärkt man ihn und gibt ihn auf einen Lautsprecher, entsteht ein Ton. Ein Sinuston.



**Abb.33: Tonwheel-Generator (Schema)**

Quelle : <http://www.academymusicstudio.co.uk/photos/twheel2.jpg>

Die Hammond-Organ hat nun 91 dieser Tongeneratoren. Warum so viele ? Nun, zunächst einmal für jede Taste einen. Damit die Orgel nicht nur Sinustöne erzeugen kann, sondern auch interessantere Klangfarben, hat sie zusätzliche Tonewheels, die sogenannte Obertöne produzierten. Diese Obertöne können mittels Zugriegeln dem Grundton beigemischt werden und verändern dessen Klang. Da die erste Hammond Orgel 9 verschiedene Zugriegel/Obertöne hat, können damit 235 000 000 verschiedene Klänge eingestellt



**Abb.34: Zugriegel einer Hammond-Orgel**

Quelle : <http://www.academymusicstudio.co.uk/photos/drawbars.jpg>

werden. Jede Taste einer Hammond Orgel hat dafür 9 Kontakte.

Die von der Orgel erzeugten Töne werden in ein externes sog. Tonkabinett geleitet,

welches einen Verstärker und einen Lautsprecher enthält. Bei späteren Modellen war beides in der Orgel eingebaut.

## Verwandtschaften

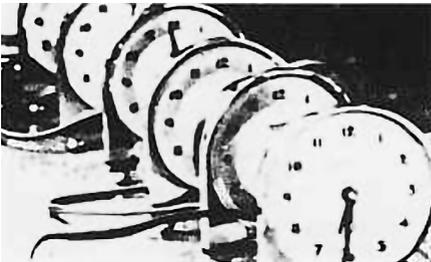
Der engste Verwandte und auch der Urahn der Hammond-Orgel ist natürlich Thaddeus Cahill's Telharmonium. Die Tonerzeugung ist fast exakt dieselbe, konnte aber miniaturisiert aufgebaut werden, da es nun elektronische Verstärker gab. Dies machte die Notwendigkeit, im Instrument hohe Spannungen zu generieren, überflüssig. Im Gegensatz zur Hammond Orgel hatte das Telharmonium aber keine Standard-Klaviertastatur, sondern eine Spezialkonstruktion. Diese ermöglichte zwar eine reine Stimmung, das Spiel darauf musste aber erst erlernt werden.

Bei der Robb Wave Organ, die 1936 von dem Kanadier Morse Robb entwickelt wurde, sind Aufbau und Tonerzeugung fast exakt gleich. Sie soll der Hammond Orgel sogar klanglich überlegen gewesen sein. Da aber nur 14 Stück gebaut wurden und keines davon noch funktioniert, kann dies nicht mehr überprüft werden.<sup>10</sup>

## Entwicklung

Die Firma Hammond begann ihre Existenz nicht mit der Herstellung von Orgeln. Im Gegenteil, sie begann ihre Existenz 1928 als die „Hammond Clock Company“. Laurens Hammond hatte große Erfahrung im Bau von Elektrischen Synchronmotoren erworben und daraus eine Uhr gebaut, die nicht nur sehr günstig herzustellen war, sondern in puncto Zuverlässigkeit und Ganggenauigkeit ihresglei-

chen suchte. Hammond meldete das Patent dafür an und gründete seine Firma. Die Uhren verkauften sich wie die sprichwörtlichen warmen Semmeln.<sup>2</sup> Die Ganggenauigkeit der Uhren hing mit der Netzfrequenz zusammen, die exakt 60 Hertz betragen musste. Da dies allen anderen Geräten nichts ausmachte, wurde in den E-Werken nicht besonders darauf geachtet, die 60 Hertz einzuhalten. Hammond löste dieses Problem, indem er seine Verkaufsleute anwies, in die E-Werke zu gehen und die Person zu finden, die für die Einstellung der Frequenz am Generator zuständig war. Dieser Person überreichten sie eine Hammond-Uhr als Geschenk. Sie vergassen natürlich nicht zu erwähnen, dass es sehr wichtig ist, dass die Netzfrequenz exakt 60 Hertz beträgt, weil die Uhr sonst die falsche Zeit anzeigen würde.



**Abb.35: Hammond-Uhren**

Quelle : [http://www.hammond-organ.com/History/image\\_directory/lauren5.jpg](http://www.hammond-organ.com/History/image_directory/lauren5.jpg)

Von da an stimmte die Netzfrequenz in fast allen Fällen.<sup>1</sup>

Die junge Hammond Clock Company wuchs und gedieh. Variationen der ersten Uhr wurden entwickelt, und bald zählte sie mehr als 700 Mitarbeiter. Gebühren von anderen Firmen, die Hammond's Patent benutzten, um Uhren in Lizenz zu bauen, bescherten

einen üppig fließenden Geldstrom. Nicht einmal die einsetzende wirtschaftliche Depression konnte das ändern. Im Gegenteil, die Depression schien alle Firmen ausser Hammond zu betreffen. Alles lief perfekt.

Bis sich eines Tages ein Ereignis abzeichnete, dass bereits im Jahr von Laurens Hammond's Geburt, nämlich 1895 stattgefunden hatte. Zu dieser Zeit hatte ein Deutscher in Köln eine elektrische Uhr entwickelt. Diese Uhr wurde von genau so einem Synchronmotor angetrieben, wie ihn Hammond benutzte. Sie wurde auf einem Platz in Köln aufgestellt. Allerdings gehörten damals Stromausfälle zur Tagesordnung, sodass die Uhr sehr ungenau lief. Deshalb wurde sie sehr bald durch eine Pendeluhr ersetzt, und die Erfindung geriet in Vergessenheit. Laurens Hammond Patent war also mit einem Schlag wertlos und sämtliche Lizenzgebühren fielen mit sofortiger

tiger Wirkung weg.<sup>1</sup> Da das Patent nun frei war, begannen zahllose Firmen plötzlich Uhren zu bauen. Der Markt wurde überschwemmt, Hammond's Verkäufe stagnierten und die Firma sah sich plötzlich in ihrer Existenz bedroht.

Laurens Hammond suchte nach Möglichkeiten, wie er andere profitable Produkte bauen konnte, die seine Firma vor dem Konkurs retten würden. Ein elektrischer Bridge-Tisch, der in der Lage war, Karten zu mischen und an vier Mitspieler zu verteilen, wurde ein Erfolg im Weihnachtsgeschäft. Als Standbein für die Firma war er allerdings zu kurzlebig.<sup>3</sup> Hammond ging weitere Ideen durch. Er erinnerte sich daran, dass man seine Motoren als Stromgeneratoren benutzen konnte. Man musste nur an den Zeigern einer Hammond-Uhr drehen und sie gab eine Wechselspannung ab. Eine Wechselspannung, die sich verwenden liess, um Töne zu erzeugen.



**Abb.36: Der elektrische Bridge-Tisch**

Quelle : [http://www.hammond-organ.com/History/image\\_directory/lauren3.jpg](http://www.hammond-organ.com/History/image_directory/lauren3.jpg)

Vielleicht konnte man daraus eine Orgel bauen ? Hammond schwebte ein kleines, einfaches Gerät vor, das man an sein Radio anschloss und mit dem man dann auf einer Tastatur Melodien spielen konnte. Sowas um die 30, 40 Dollar. Er begab sich in sein Labor und begann mit der Entwicklung.

Nach einiger Zeit hatte er aus einem Synchronmotor den ersten Tongenerator (Tonewheel-Generator) gebaut. Er stellte fest, dass er sehr stimmstabil war, man konnte ihn sogar als Referenzton zum Stimmen anderer Instrumente einsetzen. Auch mit vollelektronischen Tongeneratoren auf Röhrenbasis experimentierte er, stellte aber fest, dass sie weniger zuverlässig waren und kam auf den Tonradgenerator zurück. So weit, so gut.

Aber er musste mehr wissen. Laurens Hammond wandte sich an

Hugh Knowles, Ingenieur in einer Lautsprecherfirma. Mit seiner Hilfe wurde Hammond in kürzester Zeit zum Spezialisten für Alles, was mit elektrischer Tonerzeugung zu tun hatte. Er lernte, dass sich jeder Klang aus verschiedenen Sinustönen zusammensetzt. Er wiederholte viele Experimente aus einem Buch über Akustische Physik von D.C. Miller und las jedes Buch über Klangforschung oder Musik, das er ergattern konnte.<sup>1</sup>

Und natürlich hörte Hammond vom Telharmonium, jener legendären Starkstromorgel, die Thaddeus Cahill zu Beginn des Jahrhunderts gebaut hatte, und die Ihrer Zeit viel zu weit vorraus war. Hammond stellte fest, dass durch den technischen Fortschritt, vor allem durch die Verfügbarkeit von elektrischen Verstärkern, der Bau eines solche Instrumentes in Serie möglich sein müsste. Er beschäftigte sich mit Cahill's Design, lernte daraus und verbesserte es. Beispielsweise erkannte Hammond, dass er denselben Tongenerator mehrmals benutzen konnte, einmal als Grundton, dann noch einmal abgeschwächt als Oberton eines anderen Grundtones. Wichtig war aber eines : Die Tongeneratoren des Telharmoniums arbeiteten exakt so wie Hammond's Tonewheels. Und das Ding hatte funktioniert ! Also war Hammond auf der richtigen Spur. Dass der Prototyp des Telharmoniums in einer einsamen Werkshalle noch immer existierte, wusste er vermutlich nicht.

Auf Basis dieses Wissens und mit zunehmender Erfahrung durch seine Experimente kam Hammond ab von der Idee, ein einfaches, kleines Gimmick-Orgelchen zu bauen. Mit dieser Technologie war es möglich, ein Instrument zu bauen, dass das Klangvolumen einer grossen Kirchenorgel besass. Und das - im Gegensatz zum Telharmonium - transportabel und zu einem Preis, der den einer Kirchenorgel bei weitem unterschritt. Wenn das klappte, würde es die Musikwelt revolutionieren.

William Lahey, Mitarbeiter in der Hammond Clock Company, war Kirchenorganist. Er wurde zum Ansprechpartner in musikalischen Fragen. Immer wenn Laurens Hammond sich in punkto Klang und oder Bedienung nicht sicher war, wandte er sich an ihn. Vermutlich ist es Lahey zu Verdanken, dass später fast jeder Kirchenorganist sich an der Orgel sofort zurechtfand.<sup>1</sup>

Laurens Hammond kaufte ein gebrauchtes Klavier für 15 Dollar, schlachtete es komplett aus und liess nur die Tastatur übrig. An diese brachte er Kontakte an, die seine Tongeneratoren schalteten. Aus vielen losen Tonewheel-Generatoren wurde zum ersten Mal ein spielbares Instrument.<sup>3</sup>

Doch es waren noch viele Probleme zu lösen. Eines davon war die Ausgangsspannung der Tongeneratoren, die nicht nachlassen durfte, auch wenn derselbe Tongenerator mehrmals angezapft wurde. Die Orgel wäre sonst leiser geworden, wenn man viele Töne gleichzeitig gespielt hätte, ein Problem, mit dem auch das Telharmonium zeitlebens kämpfte.

Die Orgel sollte klanglich so vielfältig werden wie irgend möglich. So entschied sich Hammond eine Art additive Synthese einzubauen. Man sollte dem Grundton beliebige Obertöne zumischen können und so jeden Klang imitieren oder ganz neue Klänge erschaffen können. So entwickelte er das Zugriegel System, das er über der Pianotastatur platzierte. Doch auch hier musste getestet werden, welche Obertöne musikalisch sinnvoll und gleichzeitig kostengünstig zu implementieren waren. Hammond entschied sich schliesslich für 8 Zugriegel mit dem 2ten, 3ten, 4ten, 6ten, 8ten, 10ten, 12ten und 16ten Oberton. Zusätzlich baute er Preset Tasten zur schnellen Anwahl von vorgefertigten Obertonmischungen ein.

Es war eine gewaltige Ingenieursleistung, die Hammond und seine Mannen vollbrachten. Tausende Probleme mussten gelöst werden, Dinge ausgedacht, getestet, wieder verworfen und neu erdacht werden. Hier wurde etwas völlig neues, nie dagewesenes entwickelt. Dinge wie das Zugriegelsystem, die heute selbstverständlich sind, mussten neu erfunden und auf ihre Tauglichkeit geprüft werden. Hinzu kam der ständige Finanzdruck der stagnierenden Uhrenproduktion und der Zeitdruck, der daraus resultierte. Laurens Hammond arbeitete zeitweise drei Schichten hintereinander, indem er während des Schichtwechsels seiner Mitarbeiter zum Essen ging und danach wieder in die Firma kam, um mit einem Satz frischer Ingenieure weiter zu arbeiten. Es war ein Mammutunternehmen.

Die fertige Hammond Orgel hatte schliesslich 91 Tongeneratoren, 9 Kontakte unter jeder Taste (insgesamt 1500) und konnte tatsächlich transportiert werden - wenn auch nur auf einem Lastwagen.<sup>3</sup>

Nun musste das Ding patentiert werden, und zwar schnell. Die wirtschaftliche Depression war noch immer in vollem Gange und die Arbeitslosigkeit entsprechend hoch. Deshalb war das Patentamt an jeder Erfindung, die potentiell in der Lage war, Arbeitsplätze zu schaffen, ausserordentlich interessiert. So kam es, dass Laurens Hammond seine Orgel im Keller des Patentamtes aufstellen konnte, um sie zu demonstrieren. (Auf dem Weg dorthin wurde übrigens beim Automobil-Tycoon Henry Ford Station gemacht, der grosses Interesse an der Orgel hatte.)<sup>1</sup>

Die Vorführung der Orgel begann und die Arbeit im Patentamt kam praktisch zum Erliegen. Die Mitarbeiter liessen Alles stehen, um zu ergründen, was denn die wohlklingenden Töne von sich gab, die aus dem sonst so friedlichen Keller erklangen.<sup>3</sup> Bald war der Keller voll von Menschen und der Wunsch nach einem Vortrag von Mr. Hammond, der dieses Klangwunder erklären sollte, wurde laut. Hammond erklärte, dies könne stattfinden, sobald das Patentamt Feierabend machte.

Und so begann Hammond mit seinem Vortrag und erklärte, wie die Orgel funktionierte, warum sie anders als eine Pfeifenorgel war und komplettierte jede Erklärung mit einem von seinen Angestellten gespielten Live-Hörbeispiel. Hammond vermutete, die Leute würden sich das alles einige Minuten anhören und dann anfangen zu gehen. Stattdessen hörten sie seiner Ansprache und seiner Orgel viele Stunden interessiert und fasziniert zu.<sup>1</sup>

Diese Veranstaltung hatte die Patentamtsangestellten derartig beeindruckt, dass das Patent für die Hammond Orgel in der Rekordzeit von etwa 3 Monaten erteilt wurde. Am 24. April 1934 war es soweit.<sup>3</sup>

Am 15. April 1935 war die Orgel dann serienreif und wurde auf der Industrial Arts Exhibition in New York vorgestellt - und schlug voll ein.



**Abb.37: Die erste Hammond Orgel, Modell A**

Quelle : <http://www.hammond.pl/gfx/GaleriaH/A.jpg>

Die bekanntesten und talentiertesten Musiker - allen voran George Gershwin - waren kaum mehr von dem Instrument wegzubekommen. Gershwin selbst wollte das Instrument direkt auf der Messe bar bezahlen und mit nach Hause nehmen. Henry Ford bestellte 6 Stück auf einmal. Laurens Hammond wusste, dass die Probleme seiner Firma endgültig vorbei waren.<sup>1</sup>

Die erste fertiggestellte Serien-

Hammond bekam aber die Methodistenkirche von Paseo in Kansas City. Über zwölf Jahre später schrieb Reverend Edward J. Potts einen Brief von dort an die Hammond Company. Er schrieb darin, dass sich der Wartungsaufwand für die Orgel auf die Anschaffung eines Satzes neuer Röhren für den Verstärker beschränkt habe. Allerdings werde er wohl demnächst eine neue Kanne Öl anfordern müssen...<sup>3</sup>

Überhaupt war die Qualität der Hammond Orgeln über jeden Zweifel erhaben. Im zweiten Weltkrieg fand man in einem völlig zerstörten Gebäude der evangelischen Kirche in der Nähe von Baguio auf den Philippinen eine Hammond Orgel. Nachdem die elektrische Versorgung wiederhergestellt war, steckte man die Orgel ein und - sie lief einwandfrei. Viele der damals gebauten Orgeln tun noch heute ihren Dienst.<sup>4</sup>

Nun, da man die Hammond Orgel kaufen konnte, war die Nachfrage gewaltig. Das Problem war nun eher, die Dinger schnell genug herzustellen. Eine Hammond-Orgel bestand schliesslich aus 17000 Einzelteilen und wenn man bei der Verkabelung einen Fehler machte, funktionierte sie schlichtweg nicht. Man musste die ganze Konstruktion noch einmal durchgehen, und das dauerte. Zu diesem Zeitpunkt konnte die Hammond Clock Company ca. 4 Orgeln pro Tag bauen.

Aber auch dieses Problem wurde beseitigt. Die Orgel wurde auf Schlittschuhbahnen und Rennbahnen vorgeführt<sup>3</sup>, Steinway-Klavierhändler nahmen die Hammond-Orgel in ihr Lieferprogramm auf. Im ersten Jahr wurden ca. 1400 Stück gebaut und verkauft.<sup>1,3</sup>

Damit die Orgel gut klang, musste sie in einem sehr halligen Raum stehen, beispielsweise in einer Kirche oder eben einer grossen Halle. Der Radio Organist Milt Herth hielt sich damit nicht auf. Er schloss die Orgel kurzerhand direkt an den Eingang des Radiosenders an und legte los. Knochentrocken kam der Klang beim Konsumenten an. Laurens Hammond kochte vor Wut über so viel Ignoranz. Ein künstlicher Hall musste her ! Also ging er wieder in sein Labor und kam nach längerer Zeit mit einem Gerät heraus, das im wesentlichen aus Metallfedern bestand, die mit Tonabnehmern ausgerüstet waren. Der Klang wurde mit Elektromagneten auf die Federn gegeben, die dadurch zum Schwingen angeregt wurden. Am anderen Ende wurde das - durch die Federn leicht durcheinandergeschüttelte - Signal wieder abgenommen. Das erste Federhallgerät war geboren. Ab 1939 konnten die Hammond Orgeln mit künstlichem Hall ausgerüstet werden.<sup>1</sup> Eine ähnliche Halleinheit wurde später auch in Autoradios und HiFi-Geräten eingesetzt und erwies sich als sehr erfolgreiches Nebenprodukt.<sup>4</sup>

1938 entwickelte Hammond eine Orgel, die, mittels eines Mechanismus ähnlich einem Walzenpiano, selbständig spielen konnte. Doch das Interesse daran war gering, sodass die Produktion bald wieder eingestellt wurde.<sup>1</sup>

Obwohl es nicht auf dem Tonewheel-Prinzip beruht, soll hier auch das Hammond Novachord erwähnt werden, ein Instrument, das von 1939-1942 gebaut wurde. Es war vollkommen elektronisch auf Röhrenbasis aufgebaut und so fortschrittlich, dass sein Schaltdesign eher einem Analogen Synthesizer als einer elektromagnetischen Orgel entsprach. Allerdings war es seiner Zeit so weit voraus, dass Musiker nicht so recht wussten, was sie mit diesem Gerät anstellen sollten. So wurde die Produktion nach der Herstellung von etwa 1000 Geräten eingestellt.<sup>(10)</sup> Die Technologie wurde allerdings später in anderen Produkten, wie der sehr erfolgreichen Solovox verwendet.<sup>1</sup>

1946 wurde die Produktion von Uhren endgültig eingestellt, es wurden nur noch Orgeln gebaut. Dabei überstieg die Nachfrage praktisch immer die Produktionskapazität.<sup>1</sup>

Die Orgeln wurden in der Folge weiter verbessert und bekamen neue Funktionen. Die am weitesten entwickelten elektromagnetischen Orgelmodelle waren sicherlich die B3, C3 und RT3. Der Kern der Geräte, der Tonewheel Generator blieb dabei in allen Modellen im Prinzip derselbe. Erst 1970 erschien mit Modell R-100 die letzte Orgel mit elektromagnetischer Tonerzeugung und die Produktion wurde auf transistorisierte Tonerzeugung umgestellt.<sup>5</sup>

In den 1970er Jahren potenzierte sich durch die immer kleiner werdende Elektronik die Leistungsfähigkeit der Transistororgeln. Es setzte ein beispielloser Boom der Elektronenorgeln ein. In den 1980er Jahre kamen Orgeln dann völlig aus der Mode. Der angesagte Sound kam von Synthesizern, der als „cheesy“ empfundene Orgelklang war zu dieser Zeit verpönt und fast völlig verschwunden. Erst Anfang der 1990er Jahre wurden vor allem die elektromechanischen Hammond Orgeln wiederentdeckt. Damals wurde klar, dass dieser Klang und die „Persönlichkeit“, die diese Instrumente besaßen, auch mit noch so ausgefuchster Elektronik kaum zu simulieren war. Dies führte zu einem wachsenden Interesse an diesen Modellen, das bis heute anhält.

Vor allem das B3 Modell ist heute so begehrt, dass die Preise dafür gleichbleibend hoch sind. Es gibt deshalb viele Versuche, gerade diese Modelle digital zu simulieren, wobei peinlichst genau darauf geachtet wird, auch die kleinen „Fehler“ und Eigenheiten dieser Instrumente mit einzubeziehen. Die bekanntesten Vertreter der Gattung „Digital-Hammond“ sind sicherlich die „B4“ der Berliner Firma Native Instruments und die „New B3“ der Firma Hammond selbst, die nunmehr zu der japanischen Firma Suzuki gehört. Bei der Hammond „New B3“ wurden Gehäuse, Look und Bedienung so detailgetreu dem Original nachempfunden, dass es schwierig ist, die Unterschiede zu erkennen. Auch die Klangerzeugung bildet die Original-B3 so exakt nach, dass auch die anspruchsvollsten Orgelkenner die „New B3“ als „eine echte Hammond“ anerkennen.

## Erfinder



**Abb.38: Laurens Hammond**

Quelle : [http://www.hammond-organ.com/History/image\\_directory/lauren1.jpg](http://www.hammond-organ.com/History/image_directory/lauren1.jpg)

Laurens Hammond wurde am 11.1.1895 in Evanston, Illinois, USA geboren.<sup>8</sup> Seine Mutter hatte den interessanten Vornamen Idea, und bemühte sich in der Tat darum, ihren Kindern den Wert eigener Ideen klar zu machen.<sup>2</sup> Idea Louise Strong Hammond war ausserdem eine sehr talentierte, impressionistische Malerin und liebte ihren Sohn abgöttisch.<sup>1</sup> Sein Vater, William Andrew Hammond, bekleidete eine hohe Position in der Bank of Illinois, was der Familie ein Leben in Wohlstand ermöglichte.<sup>9</sup> So verbrachten Laurens und seine 3 Schwestern Eunice, Louise und Peggy<sup>1</sup> eine glückliche Kindheit. Bis 1897 der Vater beschuldigt wurde, am Ruin der Bank of Illinois schuld zu sein. Er hatte ein grosses Darlehen bewilligt, mit dem wertlose Aktien gekauft worden waren. Obwohl Beweise existierten, dass er zumindest nicht alleine schuld daran war, nahm er sich das Leben, indem er an einem Januarmorgen ins eiskalte Wasser des Lake Michigan ging.<sup>8</sup>

Die Familie war geschockt und musste nun von dem Einkommen leben, das die Lebensversicherung des Vaters zahlte.<sup>1</sup> Laurens' Mutter beschloss, die USA zu verlassen und ihre Kinder mitzunehmen. Sie gingen nach Europa, machten Station in England und Frankreich und kamen schliesslich in die Französische Schweiz nach Genf, wo sie 2 Jahre lebten.<sup>8</sup> Laurens tat sich immer leicht mit Französisch und konnte bald besser Französisch als Englisch. Deshalb entschied seine Mutter, dass es an der Zeit sei, woanders hin zu ziehen. Sie zogen nach Dresden, wo sie weitere zwei Jahre wohnten. <sup>1</sup> Möglicherweise war Dresden der Ort, wo Laurens Hammond zum ersten Mal eine grosse Pfeifenorgel hörte.<sup>2</sup>

Innerhalb weniger Monate lernte die ganze Familie fließend Deutsch zu sprechen. Nach 2 Jahren zog es Idea nach Paris, denn nur dort sah sie die Möglichkeit, sich künstlerisch weiterzubilden. Die Familie Hammond lebte dort sehr glücklich.<sup>1</sup>

Man schrieb nun das Jahr 1909, Laurens Hammond war gerade 12 Jahre alt und hatte eine automatische Schaltung für Automobile entwickelt.<sup>2</sup> Seine Mutter ging mit ihm zu einem Patentanwalt und danach zu etlichen Autofabrikanten, um die Erfindung zu verkaufen. Nachdem man die Herrschaften überzeugt hatte, dass die Mechanik tatsächlich von diesem zwölfjährigen Naseweis erdacht worden war, waren sie sehr beeindruckt. Es gab allerdings damals kein Material, das in der Lage gewesen wäre, die auftretenden mechanischen Kräfte auszuhalten. So war die Erfindung zwar beeindruckend, aber nicht praktikabel.<sup>1</sup>

Laurens Hammond bekam zwar Klavierunterricht, hörte aber sofort damit auf, sobald es ihm erlaubt wurde. Auch singen konnte er, sehr zum Leidwesen seiner Mutter anscheinend ausnehmend schlecht. So kam es, dass der Erfinder der Hammond Orgel zwar Musik liebte, aber selbst ziemlich unmusikalisch war, und vor allem nicht Orgel spielen konnte.<sup>1</sup>

1909, fünf Jahre vor dem ersten Weltkrieg, war Laurens Hammond 14 und musste damit entweder seinen Wehrdienst in Frankreich ableisten oder in die USA zurückkehren. Die Hammond's kehrten zurück in die USA nach Evanston, Illinois. Tatsächlich kamen von Hammond's französischen Klassenkameraden nur zwei aus dem Krieg zurück, der Rest wurde getötet.<sup>1</sup>

Zurück in Amerika nahm Hammond bald wieder seine Lieblingsbeschäftigung auf : Das Basteln kleiner mechanischer Apparaturen. Oft machte er sich damit das Leben leichter. So ersparte er sich zum Beispiel mittels einer Konstruktion aus einem Wecker, ein paar Drähten und einigen Gewichten das lästige Öffnen der Ofentüren, für das er normalerweise um 5 Uhr morgens hätte aufstehen müssen. Auch kleine elektrische Zaubertricks zur Unterhaltung seiner Kameraden machten ihm grossen Spass. Als Höhepunkt einer Theateraufführung hatte er fünf 110-Volt Glühbirnen in Reihe geschaltet. Dann warf er einen Draht, der an einem Ende mit einem Stein beschwert war, über die Oberleitung der Strassenbahn - fertig war die 550 Volt Versorgung. Die Bühne leuchtete so hell auf, dass das Publikum in spontanen Applaus ausbrach.<sup>1</sup>

Mit 16 bekam Laurens Hammond sein erstes Patent zugesprochen, welches auch zum Einsatz kam. Er hatte ein differentiales Quecksilberbarometer erfunden. Dieser Druckmesser war so empfindlich, dass er den Druckunterschied feststellen konnte, wenn man ihn vom Fussboden auf den Schreibtisch transportierte. Die Nachfrage nach dieser Entwicklung war sehr gering, trotzdem brachte sie Hammond aber die ersten 300 Dollar ein, die er für eine eigene Erfindung kassiert hatte.<sup>2</sup>

Um ein Erfinder zu werden, braucht man zunächst einmal eine Menge solides Fachwissen, und so schrieb sich Laurens Hammond zu einem Studium des Maschinenbauwesens an der Cornell-University ein. Sein Talent war gross und beschränkte sich nicht auf den Maschinenbau. Durch ein Versehen geriet er eines Tages in eine Fortgeschrittenenprüfung für Elektrotechnik-Studenten. Er schrieb sie trotzdem mit - und bestand. 1916 machte er seinen erfolgreichen Abschluss.<sup>2</sup>

Obwohl er bereits wusste, dass er unabhängiger Erfinder werden wollte, musste Hammond zunächst etwas Geld verdienen. Er ging zur McCord Manufacturing Company in Detroit. Dort wurde er zunächst als Aufsichtspersonal angestellt, sehr bald aber steigerte er die Effektivität der dort hergestellten Heizkörper um den Faktor zwei, indem er die Lackierung mit Marmor anreicherte. Nach dieser Aktion war der Neuankömmling Hammond ein angesehener Mann bei der Firma McCord. Trotzdem blieb er dort weniger als ein Jahr. Warum? Nun, der erste Weltkrieg wurde erklärt und Hammond meldete sich freiwillig zur Armee.<sup>1</sup>

Hammond war kein Militarist, eher ein friedfertiger Denker. Aber seiner Meinung nach war dieser Krieg dazu da, die Welt sicher genug für die Demokratie zu machen, und deshalb bewarb er sich für eine Offiziersausbildung und wurde akzeptiert.<sup>1</sup> Er wurde als Armeeingenieur in Frankreich eingesetzt und war dort u.A. mit der Organisation des Baus von Eisenbahnlinien beschäftigt. Einmal wurde er verdächtigt, ein französischer Deserteur zu sein, weil ein französischer General der Meinung war, kein Amerikaner könne so französisch sprechen, wie Hammond es tat. Die Angelegenheit klärte sich aber schnell auf, als die Franzosen Hammond's Fahr-

zeug sahen, welches grösser war, als jedes Auto, das zu der Zeit in Frankreich gebaut wurde.<sup>1</sup>

Nachdem der Krieg vorüber war, bekam Hammond eine Anstellung als Ingenieur bei der Gray Motor Company in Detroit, die einem Mann gehörte, den Hammond in der Armee kennengelernt hatte.<sup>1</sup> Diese Firma baute Motoren für Boote und Autos. Hammond erfand für sie eine Plakette, mit der festgestellt werden konnte, ob ein vom Kunden zurückgeschickter Motor überhitzt worden war. Den Durchbruch erzielte er aber, indem er vier Motoren in ein Rennboot zwängte, das eigentlich nur für einen Motor gedacht war. Diesen Auftrag hatte er vom Chef der Firma, der ein grosser Freund von Bootsrennen war. Hammond's Boot gewann und er wurde Chefindgenieur bei der Gray Motor Company.

Sicherlich hätte Hammond in dieser sehr guten beruflichen Position alt werden können. Aber seine alte Besessenheit, freier Erfinder zu sein, liess ihn nicht los - und so verliess er diese Stellung nach kurzer Zeit, mietete sich eine Werkstatt in Detroit und begann Sponsoren zu suchen.<sup>1</sup> Man schrieb das Jahr 1920 und sein erstes Projekt war eine „ticklose“ Uhr.<sup>8</sup> Sie tickte nicht, lief aber trotzdem. Hammond hatte alles, was in der Uhr Krach machte, schalldicht verkapselt, sodass die Uhr - obwohl mechanisch - tatsächlich geräuschfrei lief.<sup>2</sup> Er fand schnell Investoren für das Projekt, allerdings konnte keine Firma gefunden werden, welche die Uhr günstig genug produzieren konnte, und so wurde das Projekt zu den Akten gelegt.<sup>1</sup>

Das zweite Projekt, das Hammond auf der Pfanne hatte, war ein 3D-Kino. Er baute zunächst einen 3D-Diaprojektor, um potentiellen Investoren die Wirkung zu demonstrieren. Er fand einen Finanzier in John Borden, der einige Zeit vorher ein Millionenvermögen geerbt hatte.<sup>1</sup> Mit Borden's Geld im Rücken entwickelte Hammond die Technologie für die 3D-Produktion. Er entschied sich für eine Shutter-Brillen-Technik, wie sie auch heute noch gebräuchlich ist. Dabei werden die Bilder für das rechte und das linke Auge abwechselnd auf dieselbe Leinwand projiziert. Der Betrachter trägt dann eine sogenannte Shutter-Brille, die immer genau jenes Auge offenlässt, für das das gerade projizierte Bild bestimmt ist. Dann projiziert der Projektor das Bild für das andere Auge, und die Brille macht für das

andere Auge auf. Das geschieht in so schnellem Wechsel, dass praktisch jedes Auge einen eigenen Film sieht. Zeigen diese zwei Filme dasselbe Bild aus leicht unterschiedlichen Blickwinkeln, wirkt das Bild dreidimensional, man hat das Gefühl, „in das Bild hineinschauen“ zu können.

Die Shutter in den Brillen mussten hierfür natürlich absolut synchron mit dem Projektor laufen. Also entwickelte Hammond einen kleinen Synchronmotor, dessen Laufgeschwindigkeit auf der Frequenz des Stromnetzes basierte. Solange also alle Geräte am selben Stromnetz hingen, liefen sie alle Synchron und das Problem war gelöst. Und der kleine Synchronmotor sollte noch eine wichtige Rolle in Hammond's Leben spielen.

1922 war die Technik komplett. Man nannte sie Teleview und alles funktionierte wunderbar. So wurde ein Theater in New York gemietet und die entsprechende Technik installiert.<sup>8</sup> Weniger gut funktionierte die Story des Films : Die Produktionsfirma Ziegfeld benutzte den Film hauptsächlich um die Vorzüge der Hauptdarstellerin zu würdigen. (Sie war die Freundin des Besitzers der Filmfirma, was ja wohl als schauspielerische Qualifikation ausreichen sollte.) Des weiteren erfordert ein dreidimensionaler Film geeignete Geschichten und eine etwas andere Kameraarbeit als ein normaler Film. Die Firma Ziegfeld hatte damit natürlich keinerlei Erfahrung, denn so etwas war ja noch nie produziert worden. All dies kulminierte in einem, nach Aussage von Augenzeugen - einigermaßen langweiligen Film.<sup>1</sup>

Die - qualitativ sehr hochwertigen - 3D-Bilder beeindruckten das Publikum zwar, trotzdem musste man die Vorführung nach 2 Wochen einstellen. Hammond war am Boden zerstört.<sup>1</sup>

Aber das 3D-Projekt war kein vollkommener Fehlschlag. Um die Pausen beim Wechseln der Filmspulen zu überbrücken, hatte Hammond eine Art dreidimensionales Schattenspiel erfunden. Hierbei wurde der leere Raum hinter der Filmleinwand (also die Bühne des Theaters) mit zwei Scheinwerfern beleuchtet, die mit denselben Shuttern ausgerüstet waren, wie die Filmprojektoren. Vor diesen Scheinwerfern liess Hammond einige Tänzerinnen und

Schauspieler agieren. Die Scheinwerfer warfen nun Schattenrisse auf die Leinwand, welche die Zuschauer auf der anderen Seite sehen konnten. Durch die zwei Scheinwerfer entstanden pro Person zwei Schatten. Die Shutter vor den Scheinwerfern sorgten nun aber dafür, dass jedes Auge nur einen der beiden Schatten wahrnahm. Dies führte dazu, dass der Schatten sich scheinbar aus der Leinwand löste „im Zuschauerraum“ in der leeren Luft schwebte.<sup>6</sup>

Laurens Hammond erinnerte sich nun, dass diese Einlage eigentlich viel besser angekommen war als der Film selbst. Er vereinfachte die Technik und verwendete statt den Shuttern rote und grüne Farbfilter vor den Scheinwerfern und zur Sichtbarmachung einfache Rot-Grün-Brillen. Das Ganze liess er unter dem Namen „Shadowgraph“ am 23. Januar 1923 patentieren.<sup>6</sup> Derart vereinfacht war die Sache auf jeder beliebigen Showbühne mit vorhandenen Mitteln machbar.

Hammond wusste nun, dass Mr. Ziegfeld auch ein Varieté Theater betrieb und schlug ihm die Sache vor. Ziegfeld gab ihm 2 Minuten innerhalb eines Programms, um die Sache zu testen. Nach diesen 2



**Abb.39: Hammond mit Shadow-graph-Brille**

Quelle : [http://www.hammond-organ.com/History/image\\_directory/lauren2.jpg](http://www.hammond-organ.com/History/image_directory/lauren2.jpg)

Minuten war klar, dass dies der grösste Knaller war, der je in diesem Varieté zu sehen war. Das Publikum war kaum zu halten. Shadowgraph lief 2 Jahre lang bei Ziegfeld und wurde in Theatern auf der ganzen Welt kopiert. Hammond verdiente 75000 Dollar damit.<sup>1</sup> Zum ersten mal hatte er als selbständiger Erfinder richtig viel Geld verdient.

1926 lief aber auch Shadowgraph so langsam aus und Hammond brauchte eine neue Erfindung. Eine geniale Erfindung, die den sehr hohen Stromverbrauch von Lichtbogenlampen reduzierte, war nutzlos, als sich herausstellte, dass genau dieses Verfahren von der Firma Western Electric bereits genutzt wurde und auch patentiert

worden war. So erdachte Hammond ein neues Verfahren zur Raffinierung von Zucker, welches die Effektivität dieses Prozesses auf 79 Prozent erhöht hätte. Just als er fertig war erfuhr er, dass kurz vorher ein Verfahren erfunden worden war, welches eine Effektivität von 80 Prozent ermöglichte.<sup>2</sup> Er bewarb sich bei der Western Electric Company (der früheren Firma von Harmonic-Telegraph-Erfinder Elisha Gray), die ihn aber nicht einstellen wollte, weil er überqualifiziert war.<sup>1</sup>

Es begab sich nun, dass Walter Strong, Cousin von Laurens Hammond und sehr erfolgreich in finanziellen Dingen, in die Andrews Radio Company investiert hatte, eine Firma, die Radios bauen sollte. Das Ganze lief nicht so richtig und Strong wollte, dass Hammond sich die Sache ansah und ihm anschliessend Bericht erstattete. Hammond kehrte zurück und meldete, dass Mr. E. F. Andrews ein sehr begabter und aufrechter Mann sei, das ganze Kapital aber schon von anderen Leuten für Werbung ausgegeben worden war. Nun war nichts mehr für die Produktentwicklung übrig. Ausserdem war Andrews einer Fehlinformation unterlegen, was die Teilepreise betraf, sodass die Radios unmöglich für den beworbenen Preis gebaut werden konnten. Strong überzeugte daraufhin alle Geldgeber, die Andrews Radio Company aufzulösen und stattdessen die Andrews-Hammond Laboratories zu gründen, deren General Manager Laurens Hammond wurde.<sup>1</sup>

Das erste Produkt der neuen Firma war die A-Box, im Prinzip ein Steckernetzgerät für Radios. So etwas gab es damals noch kaum, Radios wurden mit Batterien betrieben. Das Gerät verkaufte sich sehr gut. Die Hammond-Andrews Laboratories wurden zur A-Box Company. Aber auch hier gab es wieder einen Pferdefuss : Der Teer, in den der Transformator der A-Box gegossen war, enthielt Schwefel. Dieser Schwefel führte nach einiger Zeit zu Kurzschlüssen und die Dinger explodierten. Natürlich nicht ohne ordentlich Flüssigkeit über die Habseligkeiten der Kunden zu spritzen. Die Kunden bekamen ihr Geld zurück, und die anfänglich guten Profite waren wieder dahin.<sup>1</sup> Als schliesslich die Radiohersteller auch noch Geräte auf den Markt brachten, die direkt an die Steckdose angeschlossen werden konnten, blieb nur noch die Möglichkeit, das Patent für die A-Box an die Edison Storage Battery Company zu

verkaufen.<sup>2</sup> Alles in allem sah es für Laurens Hammond nicht gut aus.

Inzwischen hatte man aber in der A-Box Company mit Ingenieur George Stephens und Verkäufer Redmond ein sehr gutes Team zusammen.<sup>2</sup> Alles, was man jetzt brauchte, war ein neues Produkt. Hammond erinnerte sich an seinen Synchronmotor aus Televue-Zeiten. Mit einem derart gangenauen Teil musste sich eine gute Uhr bauen lassen. Mit Uhren hatte er Erfahrung, er hatte ja bereits eine gebaut, die nicht tickte. Er konnte sie besser und billiger bauen als jede andere Firma, das wusste Hammond einfach.<sup>1</sup> Das Ergebnis war eine Uhr, die so erfolgreich lief, dass daraus die Hammond Clock Company entstand. Diese Firma war so erfolgreich und wuchs so schnell, dass sie bald über 700 Mitarbeiter hatte. Viele Firmen bauten die Hammond Clock in Lizenz.<sup>1</sup>

Erst als klar wurde, dass eine Uhr auf Basis eines elektrischen Synchronmotors bereits im Jahr von Hammond's Geburt von einem Deutschen erfunden worden war, wurde sein Patent gegenstandslos. Um seine Firma vor der Rezession zu retten, entwickelte Hammond, die Erfindung, die sein Lebenswerk werden sollte : Die elektromagnetische Hammond-Orgel. (Näheres hierzu im Abschnitt „Entwicklung“).<sup>1</sup> 1934 war sie fertig und der Erfolg dieser Orgel ist Geschichte.<sup>8</sup> Ab da waren für Hammond sämtliche Probleme geschäftlicher und finanzieller Natur vorbei.

Die meisten Entwicklungen, die Hammond in der Folge machte, beschäftigten sich mehr oder weniger mit der Weiterentwicklung der Hammond-Orgel. Dann aber kam der zweite Weltkrieg, und auch die Firma Hammond musste kriegswichtige Geräte herstellen. Laurens Hammond selbst begann sich mit der Erfindung von gelenkten Bomben und temperaturgesteuerten Zielfindern zu beschäftigen und arbeitete auf verschiedenen Airforce-Stützpunkten.<sup>1,8</sup>

Trotz allen Erfolges vergass Laurens Hammond nie, wo er herkam. So hatte er zwar zuhause eine Klimaanlage, nicht aber in seinem Büro. Darauf angesprochen meinte er, die Arbeiter in seiner Fabrik hätten ja auch keine.<sup>1</sup>

Rund 25 Jahre nach dem gescheiterten 3D-Film-Projekt erfuhr Hammond, dass John Borden, der ihm dieses Projekt finanziert hatte, sein Erbe durchgebracht hatte und nun völlig mittellos war. Daraufhin unterstützte Hammond den Mann, der bei seinem ersten Projekt so an ihn geglaubt hatte, finanziell bis zu dessen Tod.<sup>1</sup>

Laurens Hammond blieb immer der Erfinder und liess andere Leute die Geschäftlichen Dinge in seiner Firma regeln - er selbst beschäftigte sich stets mit der verbesserung von Produkten oder mit neuen Erfindungen. 1946 aber wurden seine beiden Hauptgeschäftsführer Merrill und Redmond gleichzeitig krank, und er musste sich von da an stärker involvieren.<sup>2</sup> Trotzdem liess er seinen Entscheidungsträgern sehr grossen Spielraum und griff nur ein, wenn sie sich nicht einigen konnten.

1954 starb seine erste Frau Mildred. Dieses Ereignis stürzte Hammond in eine tiefe persönliche Krise. Er verlor sämtliches Interesse an geschäftlichen Dingen, zog sich auch privat fast völlig zurück. Nach längerer Zeit begann er, wieder mit seinen Booten hinauszu-fahren, ein Hobby, das ihn sein Leben lang begleitet hatte. Dazu lud er sich immer wieder Leute ein und lernte dabei schliesslich seine zweite Frau Roxana kennen. Die beiden heirateten am 25. Oktober 1955.<sup>1</sup>

1960, im Alter von 65 Jahren, zog sich Hammond vollständig aus seiner Firma zurück. Im Vorfeld hatte er immer längere Auszeiten genommen, um der neuen Firmenleitung einen langsamen Übergang zu ermöglichen. Er war Inhaber von über 100 Patenten<sup>8</sup> und hatte ein Musikinstrument geschaffen, das eine ganz neue Industrie entstehen liess. Nun wollte er seinen Ruhestand geniessen.<sup>1</sup>

Er starb am 3. Juli 1973.<sup>8</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> Stuyvesant Barry : The Laurens Hammond Story. [<http://thehammondorganstory.com/index.asp> (Zugriff am 10.05.2007)].
- <sup>2</sup> Dieter Enners : Die Hammond Story, Folge 1. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 09/1989, Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>3</sup> Dieter Enners : Die Hammond Story, Folge 2. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 10/1989, Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>4</sup> Dieter Enners : Die Hammond Story, Folge 3. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 11/1989, Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>5</sup> Dieter Enners : Die Hammond Story, Folge 11. In : Zeitschrift Keyboards, Ausgabe 10/1990, Musik Media Verlag, Köln.
- <sup>6</sup> Daniel L. Symmes : The Chopper. [<http://www.3dmovingpictures.com/chopper.html> (Zugriff am 16.5.2007)].
- <sup>7</sup> Hammond Organ. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Hammond\\_organ](http://en.wikipedia.org/wiki/Hammond_organ) (Zugriff am 11.5.2007)].
- <sup>8</sup> Laurens Hammond. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Laurens\\_Hammond](http://en.wikipedia.org/wiki/Laurens_Hammond) (Zugriff am 18.5.2007)].
- <sup>9</sup> Harvey Olsen : Leslies Speakers and Hammond Organs; Rumors, Myths, Facts and Lore. [[http://www.hammond-organ.com/History/hammond\\_lore.htm](http://www.hammond-organ.com/History/hammond_lore.htm) (Zugriff am 21.5.2007)].
- <sup>10</sup> The Robb Wave Organ. [<http://www.sciencetech.technomuses.ca/english/collection/music5.cfm> (Zugriff am 31.4.2007)].

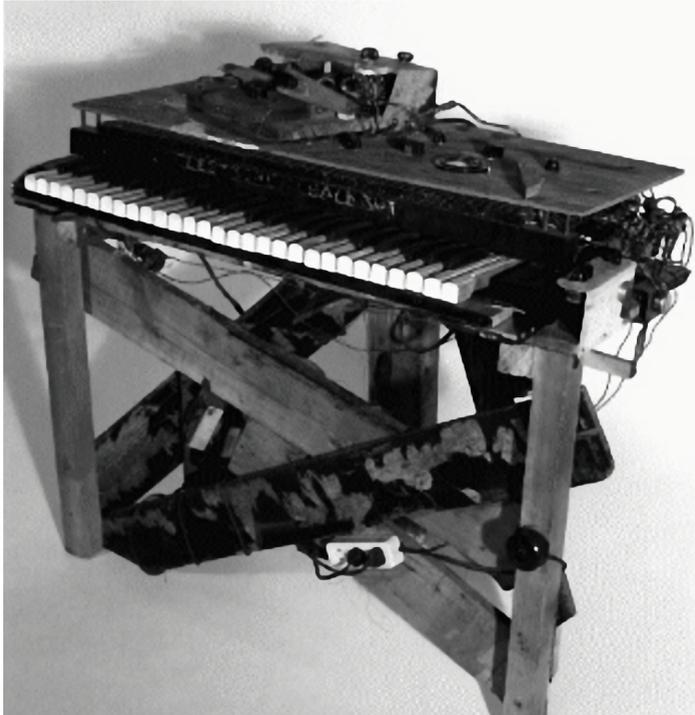
## Literatur

Stuyvesant Barry : The Laurens Hammond Story.  
[<http://thehammondorganstory.com>].

Mark Vail : The Hammond Organ; Beauty in the B. Backbeat Books, San Francisco, 2002.

# Electronic Sackbut (1945)

Die elektrische Beinahe-Posaune



**Abb.40: Der Electronic Sackbut V1.0**

Quelle : <http://www.hughlecaine.com/images/sb3.jpg>

## Technik

Lassen Sie sich vom Hobbykeller-Charme des Gehäuses nicht täuschen : Im Elektronik Sackbut steckt visionäre Technologie, die über lange Zeit wegweisend war. Ihn als Vorläufer des Synthesizers zu bezeichnen wird ihm nicht gerecht : Er ist eigentlich einer. 23 Jahre vor dem Minimoog, besass er schon alle Charakteristiken, die einen monophonen Analoogsynthesizer ausmachen. Zum Teil geht er sogar darüber hinaus. Die eigentliche Revolution aber war, dass seine Komponenten zum ersten Mal spannungsgesteuert waren. Diese Bauart - und die dadurch mögliche technische und

klangliche Flexibilität - sollte über 20 Jahre später zum Standard für praktisch alle analogen Synthesizer werden. Sie ermöglichte den Siegeszug nicht nur der Moog Synthesizer.

Gespielt wurde der Electronic Sackbut über eine Klaviertastatur. Sie reagierte auf Druck in verschiedene Richtungen, sodass die wichtigsten Klangparameter intuitiv und in Echtzeit damit kontrolliert werden konnten. Druck nach unten erhöhte die Lautstärke, Druck nach links oder rechts änderte die Tonhöhe. Druck nach vorne hingegen änderte den Klang, was stufenlose Klangverläufe in Echtzeit ermöglichte. Vor allem Letzteres ist ein Feature, das sogar heute als innovativ bezeichnet werden kann. In späteren Versionen des Electronic Sackbut wurde die Klangkontrolle auf ein ergonomisch designtes Kontrollbord für die linke Hand verlagert. Damit konnten dann u.A. die Wellenform des Oszillators und zwei Formantfilter gesteuert werden, was die klanglichen Möglichkeiten nochmals erweiterte. So konnte man durch die umfangreiche Klangkontrolle praktisch fließend von einem Klang zum nächsten übergehen.<sup>1,2</sup> Dies ist erst in neuester Zeit mit Geräten wie dem Nord-Lead über digitale Morphing-Fähigkeiten wieder möglich.

Der Klang des Electronic Sackbut entspricht im positivsten Sinne dem, was man von einem monophonen, analogen Synthesizer erwarten würde. Durch seine ausgeklügelten Spielhilfen ist er zu (auch nach heutigen Massstäben) sehr ausdrucksstarken, teilweise täuschend echten Imitationen natürlicher Instrumente fähig. Aber auch die typischen Synthesizerklänge sind mit dem Sackbut sehr gut machbar.

## Funktionsprinzip

Kernstück des Electronic Sackbut ist ein (elektronischer) Rechteckoszillator, aus dessen Schwingung durch Frequenzteilung verschiedene Tonhöhen abgeleitet werden. Die Wellenform dieses Oszillators wird - gesteuert durch die Spielhilfen - durch nachgeschaltete Tief- und Hochpassfilter (auf Spulen und Kondensatorbasis) verändert. Der daraus resultierende Grundklang durchläuft danach ein Formantfilter und einen Verstärker, die beide spannungsgesteuert sind und ebenfalls über die Spielhilfen beeinflusst

werden können.

Im Gegensatz zu späteren Modulsynthesizern war der Electronic Sackbut festverdrahtet,<sup>2</sup> das heisst, die Reihenfolge, in der das Signal die einzelnen Baugruppen durchlief, war fest vorgegeben und nicht veränderbar. So blieb er übersichtlich zu bedienen, leicht erlernbar und transportabel.

## Verwandtschaften

Die Tonerzeugung des Electronic Sackbut entspricht sehr stark einem analogen Synthesizer. Im Gegensatz zu grossen Modulsystemen ist die Verdrahtung der einzelnen Baugruppen im Sackbut fest vorgegeben. Dies rückt ihn eher in die Nähe modernerer, monophoner Kompaktsynthesizer wie dem Minimoog, dem Korg Monopoly oder dem Roland SH-101. Diesen fehlen allerdings die sehr komplexen Spielhilfen des Sackbut, sowie die weitreichenden Möglichkeiten, den Grundklang des Oszillators kontinuierlich zu ändern.

Formantfilter finden sich auch im Mixturtrautonium wieder. Ansonsten gibt es aber kaum weitere Gemeinsamkeiten mit Trautweins Instrument.

Die weitentwickelten, auf einem separaten Bord angebrachten Spielhilfen des Sackbut ähneln sehr stark dem Ondes Martenot, das allerdings klanglich weniger flexibel ist.

## Entwicklung

Hugh LeCaine, Physiker und Instrumentenbauer, begann 1930 mit der Entwicklung des Electronic Sackbut. Er kannte den Aufbau von elektromagnetischen Orgeln, wie der Hammond Orgel oder der Robb Wave Organ (siehe Kapitel Hammond-Orgel, Abschnitt „Verwandtschaften“). Sein eigenes Instrument aber sollte etwas haben, was diesen Instrumenten seiner Meinung nach fehlte : Es sollte ausdrucksvoll spielbar sein.

Er hatte zwar schon zuvor die „Free Reed Organ“ gebaut, die

drucksensitiv spielbar war. Dieses Instrument sollte aber in Bezug auf Klang und ausdrucksvoller Spielbarkeit etwas völlig anderes werden. Um dies zu erreichen, baute Hugh LeCaine alle Komponenten des Electronic Sackbut - Oszillatoren, Filter und Verstärker - so auf, dass sie spannungssteuerbar waren. Und wurde damit zum Pionier für eine Technik, die über 20 Jahre später von fast allen Herstellern elektronischer Musikinstrumente verwendet werden sollte.<sup>2</sup>

Aus seiner wissenschaftlichen Tätigkeit an der Queen's Universität und beim National Research Council (NRC) in Ottawa kannte LeCaine viele Technologien, die in der Atomphysik, der Radartechnik und der Radiotechnologie verwendet wurden. Sie arbeiteten aber meist im (unhörbaren) Hochfrequenzbereich. Bei der Entwicklung des Electronic Sackbut griff er auf viele von diesen Schaltungen zurück. Er nahm die Prinzipien von Oszillatoren, Filter, Frequenz- und Amplitudenmodulatoren und änderte sie so ab, dass sie im hörbaren Frequenzbereich arbeiteten.<sup>2</sup>

Einer der wichtigsten Bereiche im Instrumentendesign war für Hugh LeCaine die Spielbarkeit. Er legte grossen Wert auf klangliche Schönheit im Sinne eines ausdrucksvollen Spiels, wie man es von akustischen Orchesterinstrumenten kannte. Er hatte ein sehr gutes Gefühl dafür, was ein Musiker dafür brauchte und entwickelte für fast alle seine Instrumente entsprechende Spielhilfen.<sup>4</sup>

All das dauerte seine Zeit. Die erste Version des Electronic Sackbut war 1945 spielbereit.<sup>2</sup> Die Namensgebung spiegelt LeCaine's unverkennbaren Sinn für Humor wieder. Der Sackbut war nämlich der mittelalterliche Vorläufer der Posaune. Und so sagte LeCaine, in einem Interview darauf angesprochen : „Wenn man seiner Entwicklung den Namen eines gänzlich überholten Instrumentes gibt, schützt einen das als Erfinder vielleicht ein Stück weit vor Kritik“.<sup>2</sup>

Um den einigermaßen spielbereiten Sackbut ausgiebig zu testen, veranstaltete er im Sommer 1946 Jam Sessions im Keller seines Hauses. Am 25. Juli machte er das erste mal Aufnahmen von dem Instrument, mit einem Azetat-Schallplattenschneider (wie er später auch im RCA Synthesizer verwendet wurde).<sup>2</sup>

Fertig entwickelt war der Electronic Sackbut dann 1948, nach weiteren 3 Jahren der Optimierung. Als LeCaine 1954 die Möglichkeit bekam, innerhalb der NRC ein Studio für Elektronische Musik aufzubauen, nahm er seinen Sackbut dorthin mit. Dort wurde zwischen 1954 und 1960 ein zweites, nochmals optimiertes Modell gebaut. Zwischen 1969 und 1973 wurden Anstrengungen unternommen, den Electronic Sackbut kommerziell als Synthesizer zu vermarkten. Im Zuge dessen wurden zwei weitere, auf diesen Zweck hin optimierte Modelle, gebaut. Das Projekt scheiterte allerdings, grösstenteils aus wirtschaftlichen Gründen.<sup>2</sup>

In seiner Eigenschaft als Leiter des Studios für Elektronische Musik am NRC, half Hugh LeCaine auch beim Aufbau von zwei weiteren Studios. Das Studio der Universität von Toronto, sowie dasjenige der McGill University in Montreal wurden fast ausschliesslich mit Equipment aus LeCaine's Studio gebaut. Dazu wurden Komponenten des Electronic Sackbut als separate Einheiten nachgebaut. Die Komponisten konnten sie so beliebig zusammenschalten, um neue Ideen auszuprobieren.<sup>4</sup>

Ein Mann namens Gustav Ciamaga kannte diese Geräte, und war vor allem begeistert von den spannungsgesteuerten Filtern. Ciamaga kannte auch Robert Moog und wirkte entsprechend auf ihn ein. Auf diese Weise hatten LeCaine's Entwicklungen einen indirekten Einfluss auf Robert Moog's spätere Modulsynthesizer und ihre spannungsgesteuerten Tiefpassfilter.<sup>4</sup>

## Erfinder

Hugh LeCaine kam am 3. Mai 1914 zur Welt. Er wuchs in Port Arthur (jetzt Thunder Bay) im Nordwesten der Kanadischen Stadt Ontario auf.<sup>3</sup> Wie fast alle Erfinder fing er früh an zu experimentieren. Als Kind baute er Musikinstrumente und man konnte ihn bald nicht mehr vom erforschen elektronischer Geräte abhalten. Irgendwie hatte er eine Vision von „wunderschönen Klängen“ und er war sich ziemlich sicher, dass man diese auf elektronischer Basis realisieren konnte, wenn man es nur richtig anfangt.<sup>4</sup>

Dazu musste man aber erstmal eine Menge davon verstehen, also



**Abb.41: Hugh LeCaine**

Quelle : <http://www.hughlecaine.com/images/sb5.jpg>

machte er zuerst seinen Master of Science an der Queen's University, studierte aber gleichzeitig Klavier am Musikkonservatorium von Toronto.<sup>6</sup> Als er seine Studien 1939 erfolgreich abgeschlossen hatte, ging er zum National Research Council von Kanada (NRC). Dort arbeitete er an Messgeräten für die Atomphysik, eine Arbeit, die er bereits während des Studiums begonnen hatte. Er war ausserdem an der Entwicklung der ersten elektronischen Radarsysteme beteiligt. Während er nun tags-

über Wissenschaftler war, verfolgte er nach Feierabend zu Hause andere Interessen. Seine Vision von neuartigen Klängen liess ihn nicht los, und so beschäftigte er sich mit elektronischer Musik und Tongeneratoren. 1937 baute LeCaine eine elektronische „Free Reed Organ“, aller Wahrscheinlichkeit nach eine Art elektrisches Harmonium.<sup>3</sup>

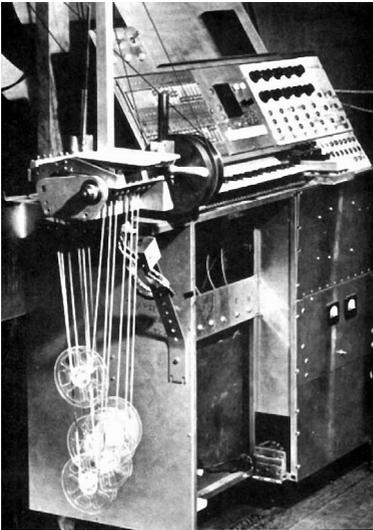
Nach Ende des zweiten Weltkriegs, während dessen er weiter an der Entwicklung von elektronischen Radargeräten gearbeitet hatte<sup>3</sup>, konnte er sich sein eigenes Studio einrichten. Dort arbeitete er ab 1945 unabhängig an der Entwicklung elektronischer Musikinstrumente. Eines der ersten war der Electronic Sackbut. Später baute er spannungsgesteuerte Bausteine für viele verschiedene Anwendungen.<sup>4</sup> Wenn man so will, entwickelte er so die ersten Bausteine für Synthesizer-Modulsysteme.

1948 entwickelte er für die Universität von Toronto die „Sonde“, ein Instrument mit 30 Festfrequenz-Oszillatoren, die in einer 10x20 Matrix angeordnet waren. Diese Apparatur konnte 200 Sinustöne produzieren, die sich, in gleichbleibenden Abständen von 5 Hertz, über einen Bereich von 5 Hertz bis 1 Kilohertz erstreckten. Diese Töne konnten über eine druckempfindliche Tastatur mehrstimmig gespielt werden.<sup>5</sup>

Aber tagsüber war er noch immer Wissenschaftler. Und so ermöglichte ihm sein Arbeitgeber, die NRC, von 1948 bis 1952 nach England zu gehen, um dort Nuklearphysik zu studieren.<sup>3</sup> Just während dieses Aufenthaltes in England hörte Hugh LeCaine zum ersten

Mal die französische *Musique Concrète* (Jene legendäre Forschungsgruppe, die 1942 von Pierre Schaeffer unter Mithilfe von Ondes-Martenot-Erfinder Maurice Martenot gegründet wurde). Diese Musik kam zwar aus Paris, wurde aber an diesem Tag von der englischen BBC ausgestrahlt. LeCaine war begeistert von den Dingen, die diese Leute mit Tonbandgeräten anstellten.<sup>6</sup>

Zurück in Kanada schaffte er sich ein 2-Spur Tonbandgerät an und experimentierte mit Schneiden, Kleben, rückwärts Abspielen und Tonhöhenänderungen durch Ändern der Abspielgeschwindigkeit. Nach einiger Zeit wurde ihm klar, dass normale Tonbandgeräte zwar eine herrliche Sache waren, aber für diese Art Einsatz einfach nicht konzipiert. Ein spezielles Gerät musste her, und er baute den



**Abb.42: Special-Purpose Tape Recorder**

Quelle : <http://omroep.nl/nps/radio/supplement/99/0426/gfx/multia.jpg>

Special-Purpose Tape Recorder. Dieses Gerät erlaubte das gleichzeitige Abspielen von 6 einzelnen Viertelzoll-Tonbändern, jedes mit seiner eigenen Geschwindigkeit.

Später baute er eine Erweiterung hinzu, mit der er die Abspielgeschwindigkeit mit einer Klaviertastatur steuern konnte. Damit konnte er die Bänder „spielen“, anstatt sie mühsam zu schneiden. So ausgerüstet produzierte er 1955 das Stück „Dripsody“. Es bestand aus der Aufnahme eines Wassertropfens, die er auf vielerlei Arten vervielfältigte und verfremdete.<sup>6</sup>

Dieses Stück ist bis heute das vermutlich meistgespielte Werk der *Musique Concrète*. Auf die Frage, warum er sein erstes Werk „Dripsody“ genannt hätte, antwortete LeCaine mit seinem trockenen Humor : „Weil es von einem Tropfen (engl. ‚Drip‘) geschrieben wurde“.<sup>4</sup>

Überhaupt ist LeCaine für seinen Humor bekannt. Einmal vergrößerte er eine Fotografie, auf der er ganz zu sehen war, auf ‚fast Lebensgrösse‘. Das Ganze war so etwa 60 cm gross. Dann Schnitt er



**Abb.43: Hugh LeCaine mit Riesenblumen**

Quelle : <http://www.hughlecaine.com/images/flowers.jpg>

sich selbst nach Bravo-Starschnitt-Manner aus, stellte den Papp-Aufsteller, auf dem er selbst verkleinert zu sehen war, neben die Blumen in seinem Garten und fotografierte das Ganze noch einmal. Neben dem „verkleinerten“ LeCaine sahen die - eigentlich normal grossen Blumen - vergleichsweise riesig aus. Mit diesem Foto als ‚Beweis‘ ging er dann zu seinen Kollegen und erzählte ihnen, was es in seinem Garten für riesige Blumen gab.<sup>4</sup>

Mit diesem Humor würzte er auch einige öffentliche Vorführungen seiner Instrumente, um die er gebeten wurde. Mit diesen Vorführungen hatte er so

grossen Erfolg, dass der Präsident der NRC davon hörte. LeCaine musste für ihn die Vorführung wiederholen. Danach war er so beeindruckt, dass, die NRC ihm schliesslich 1954 vorschlug, die Entwicklung seiner elektronischen Instrumente von nun an als Hauptberuf in ihrem Institut zu betreiben.<sup>6</sup> LeCaine tat dies mit Freuden, und so baute er innerhalb der nächsten 20 Jahre über 22 verschiedene Instrumente.

Ausserdem war er massgeblich am Aufbau der ersten Studios für elektronische Musik an der Universität von Toronto (1959) und an der McGill Universität in Montreal beteiligt. An beiden Universitäten unterrichtete er auch. Mit vielen Vorführungen und veröffentlichten Artikeln beeinflusste er Generationen von Elektronik-Komponisten in Kanada und darüber hinaus.

LeCaine zog sich erst 1974 vom National Research Council zurück, nachdem das Vorhaben, den Electronic Sackbut in Serie zu produzieren, gescheitert war.

Hugh LeCaine starb 1977 an den Folgen eines tragischen Motorradunfalles.<sup>4</sup>

## Quellen

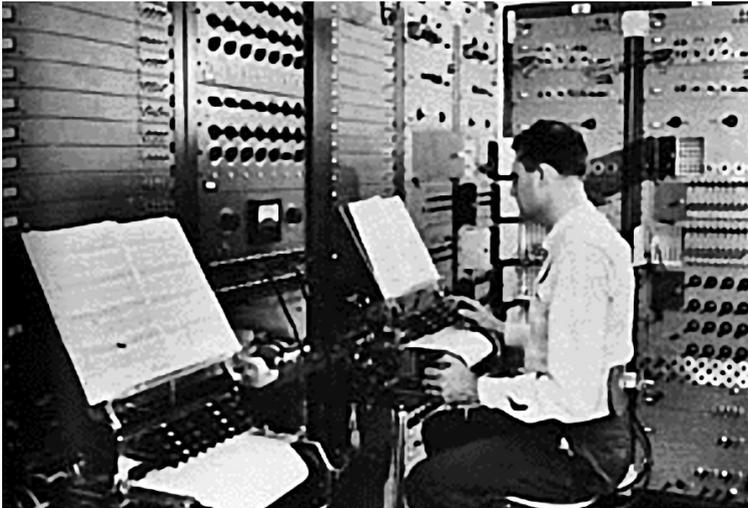
- <sup>1</sup> Gayle Young : Electronic Sackbut (1945-1973).  
[<http://www.hughlecaine.com/en/sackbut.html> (Zugriff am 25.5.2007)]
- <sup>2</sup> Canada Science and Technology Museum : Early Synthesizers, Key board and Performance Instruments; The Electronic Sackbut. [<http://www.sciencetech.technomuses.ca/english/collection/music7.cfm> (Zugriff am 25.5.2007)].
- <sup>3</sup> Hugh Le Caine. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Hugh\\_Le\\_Caine](http://en.wikipedia.org/wiki/Hugh_Le_Caine) (Zugriff am 25.5.2007)].
- <sup>4</sup> Gayle Young : Hugh Le Caine Biography. [<http://www.hughlecaine.com/en/biography.html> (Zugriff am 25.5.2007)].
- <sup>5</sup> The „Electronic Sackbut“ (1945) and The „Sonde“ (1948) [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/electronic\\_sackbut/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/electronic_sackbut/index.html) (Zugriff am 25.5.2007)].
- <sup>6</sup> INART 55; History of Electroacoustic Music; Hugh Le Caine (1914-1977) [<http://www.music.psu.edu/Faculty%20Pages/Ballora/INART55/lecaine.html> (Zugriff am 25.5.2007)].

## Literatur

Gayle Young : The Sackbut Blues ; Hugh Le Caine, pioneer in electronic music. National Museum of Science and Technology, Ottawa, 1989. ISBN/ISSN 0660120062.

# RCA Synthesizer (1952)

Das Orchester nach US-Army-Spezifikationen



**Abb.44 : Der RCA Synthesizer**

Quelle : [http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/rca/rca\\_synth.gif](http://www.obsolete.com/120_years/machines/rca/rca_synth.gif)

## Technik

Der RCA Synthesizer ist in zweierlei Hinsicht ein Meilenstein in der Entwicklung der Elektronischen Klangerzeugung. Zum einen beinhaltet er als erstes Instrument alle Baugruppen eines heutigen analogen Synthesizers, also Oszillator, Filter, Verstärker usw. Zum anderen war er eines der wenigen Instrumente, dass nie dafür gebaut war, von Musikern gespielt zu werden. Einige behaupten sogar, er wurde gebaut, um sie zu ersetzen. (Zugegeben, die Tatsache, dass er von einer Schallplattenfirma finanziert wurde, lässt diese Hypothese einigermaßen glaubhaft erscheinen ;-)

Der RCA Synthesizer bestand aus 11 mannshohen Schränken voller Elektronik, die zwei komplette Räume füllten und wog 3 Tonnen. Er konnte ausschliesslich über eine Lesevorrichtung, die spezielle, gelochte Papierstreifen abtastete, gesteuert werden (Ähnlich einem

Walzenklavier). Man könnte diese Vorrichtung streng genommen als den ersten Sequenzer bezeichnen. Auf den Papierstreifen befanden sich nicht nur Informationen über Tonhöhe und Lautstärke der Noten, sondern auch über den gewünschten Klang, die Lautstärke und andere klangliche Parameter. Dies machte ihn auch zum ersten programmierbaren Synthesizer.

Der Synthesizer besass vier voneinander unabhängige, monophone Klangerzeugungsstränge. Allerdings konnte man den Ausgang des Synthesizers auf ein integriertes (Schellack-)Schallplatten-Schneidegerät aufnehmen.

Da dieses Aufnahmegerät mit dem Papierstreifenleser synchron lief und seinerseits 6 Spuren aufnehmen konnte, war es möglich, den Ausgang des RCA-Synthesizers 6 mal nacheinander aufzunehmen und nachher gleichzeitig abzuspielen. Dies ermöglichte bis zu 24-stimmige Kompositionen, die sich durch weiteres Zusammenmischen der Spuren (Track-Bouncing) bis auf 216 Stimmen erweitern liessen. Dies liess zum ersten mal komplexe Elektronische Kompositionen zu, allerdings wurde diese Möglichkeit nur selten genutzt, da die Programmierung des RCA Synthesizers sehr komplex und schwierig zu erlernen war, und nur von sehr wenigen Leuten beherrscht wurde.<sup>1,2</sup>

Der Klang des RCA Synthesizers entspricht einem Analogem Synthesizer, wie wir ihn heute kennen und lieben. Da noch einige Aufnahmen erhalten sind und er auch noch teilweise funktioniert, kann man sich glücklicherweise noch selbst davon überzeugen.<sup>3</sup>

## Funktionsprinzip

Der RCA Synthesizer basiert prinzipiell auf dem selben subtraktiv-analogem Tonerzeugungsprinzip wie die späteren Moog-, ARP- oder Buchla-Geräte, allerdings mit leichten Unterschieden.

Die Tonerzeugung basierte komplett auf Röhrentechnik. Es gab 12 Tongeneratoren (einen für jeden Ton der Tonleiter), aus denen per Frequenzteilung die tieferen Oktaven heruntergeteilt wurden, ausserdem einen Generator für Weisses Rauschen, der wohl haupt-

sächlich zur Simulation von Schlagwerk gedacht war. Danach durchlief der Ton einen Frequency Glider (der für Portamento-Effekte zuständig war), dann einen Hüllkurvengenerator. Dieser enthielt mit seinen Growth-, Decay-, und Duration- Controllern schon fast die Architektur der späteren ADSR-Hüllkurvengeneratoren.

Weiter ging es mit der Filtereinheit, die zwar Hochpass- und Tiefpass Filter enthielt, aber nicht dynamisch steuerbar war. (Filterverläufe waren also wohl eher schwierig zu realisieren). Danach kam eine Volume-Control und ein Low-Frequency Oszillator für Vibrato-, Tremolo- und ähnlich Effekte.

Eine Resonator-Baugruppe ermöglichte die Simulation eines Gitarren- oder Geigenkorpus, bzw. die Betonung bestimmter, tonhöhenunabhängiger Frequenzen (Formanten), wie sie z.B. bei Blasinstrumenten oder Menschlichen Stimmen vorkommen.

Eine „Timbre-Control“ genannte Klangregelung beendete die Klangformungskette.

Fast alle dieser Baugruppen konnten über spezielle Spuren des Papierstreifenlesers gesteuert werden. Jedes Loch auf dem Papierstreifen löste einen Kontakt aus. Die ausgelösten Kontakte steuerten wiederum sogenannte „Relay-Trees“, deren Relais über Kontaktpinsel im Lesegerät geschaltet wurden. Die Relais steuerten wiederum einige Komponenten in der angesprochenen Klangformungseinheit, die dann den Klang in der (hoffentlich) gewünschten Weise veränderte.

Die Komposition auf dem gelochten Papierstreifen musste also neben Tonhöhen und Längeninformationen auch die komplette Klangprogrammierung beinhalten, was für Komponisten der damaligen Zeit mehr als gewöhnungsbedürftig gewesen sein muss. Diese ganze vorgehensweise kann man nun noch einmal mit vier multiplizieren, denn der RCA Synthesizer hatte diese komplette Klangerzeugung in vierfacher Ausfertigung eingebaut, sodass man quasi vier verschiedene, gleichzeitig spielende Instrumente simulieren konnte. (Immer vorausgesetzt, man programmierte alles richtig.) Hatte man nun alle vier Instrumente erfolgreich auf den

Papierstreifen gelocht, konnte man das ganze auf den integrierten Schellackplatten-Schneider überspielen.

Der Schellackplatten-Schneider war im Prinzip ein Aufnahmegerät für Schallplatten. (Sobald man der erste integrierte Festplatten-Recorder ;-)) Dieser hatte nun wieder 6 getrennte Spuren mit jeweils 3 Minuten Laufzeit. Spielte man nun die vier Stimmen des Synthesizers nacheinander auf die 6 Spuren des Schellackplatten-Schneiders, so hatte man bereits eine Aufnahme mit 24 Stimmen vorzuweisen, was für sich genommen schon sehr ordentlich ist. Eine weitere Möglichkeit bestand darin, die bereits aufgenommenen Spuren zusammen zu mischen und diese Mischung wiederum auf eine freie Spur des Schellackplatten-Schneiders aufzunehmen. Damit hatte man wieder 5 Spuren frei und konnte darauf neues Material aufnehmen. Diese 5 Spuren konnte man wieder zusammenmischen und auf eine freie Spur aufnehmen und hatte danach wieder 4 freie Spuren.

Dieses Spielchen konnte man so lange treiben, bis alle Spuren voll waren. Insgesamt ermöglichte dies Aufnahmen mit bis zu 216 Stimmen (respektive Instrumenten), was schon damals Kompositionen ermöglichte, deren Vielschichtigkeit auch nach heutigen Maßstäben noch beeindruckend ist.<sup>1,2</sup> Der Schellackplatten-Schneider wurde 1959 durch ein Tonbandgerät ersetzt.

## Verwandtschaften

Tonerzeugungsmässig ist der RCA Synthesizer ein direkter Vorläufer fast aller analogen, subtraktiven Synthesizer. Damit kann er wohl als der Urahn der späteren Moogs, ARPs, Rolands und Buchlas bezeichnet werden. Dass er aber nicht gespielt, sondern nur programmiert werden konnte, rückt ihn in die Nähe von Instrumenten wie z.B. Rhythmicon von Lew Thermen oder dem Wurlitzer Sideman, deren Tonerzeugung über sich drehende Kontaktscheiben bzw. codierte Glasscheiben gesteuert wurde.

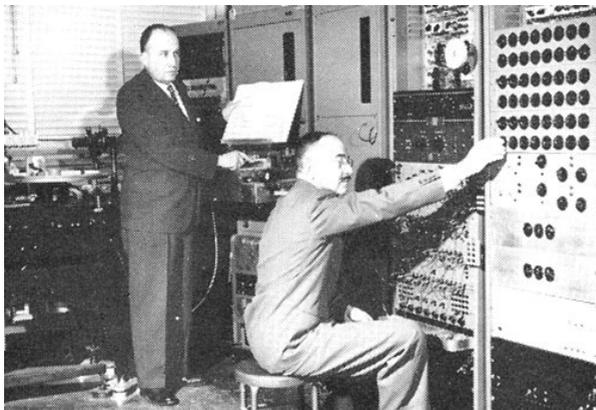
## Entwicklung

Die Entwicklung des RCA Synthesizers fand in der Entwicklungsabteilung der Radio Corporation of America (RCA) statt, wo u.a. auch die berühmten RCA Mikrofone erdacht wurden.

Zu dieser Zeit gehörten fast sämtliche Tonstudios, die es gab, zu einer grösseren Plattenfirma. Freie Tonstudios, wie man sie heute kennt, gab es so gut wie nicht. Da es aus ebendiesem Grund keinen grösseren Markt für Studiogeräte gab, hatte jede Plattenfirma ihre eigene Entwicklungsabteilung. Dort wurden die Geräte, die in den Aufnahmestudios gebraucht wurden, entweder entwickelt oder zumindest modifiziert, um dem eigenen Bedarf besser zu entsprechen.

Erfolgreiche Entwicklungen waren natürlich Betriebsgeheimnisse, da sie für die Plattenfirma einen klangtechnischen Qualitätsvorsprung gegenüber ihren Mitbewerbern bedeuteten, der sich natürlich im Idealfall finanziell auswirkte. Vermutlich ist es darauf zurückzuführen, dass über die eigentliche Entwicklung des RCA Synthesizers nicht allzuviel bekannt ist.

Als gesichert gilt, dass das Instrument von den RCA Mitarbeitern Harry Olson und Herbert Belar entworfen wurde, mit zusätzlichen Beiträgen des Elektronik-Komponisten Vladimir Ussachevsky und Ingenieur Peter Mauzey<sup>5</sup>. Inspiriert wurden sie von der 1949 veröffentlichten Publikation „A Mathematical Theory of Music“. Auf dieser



**Abb.45:** Harry Olson und Herbert Belar am RCA Synthesizer

Quelle : [http://www.uv201.com/Misc\\_Pages/Misc\\_Images/rcosynth\\_pic.jpg](http://www.uv201.com/Misc_Pages/Misc_Images/rcosynth_pic.jpg)

Basis wollten sie versuchen, ein System zu bauen, dass durch zufallsgesteuerte Variation von vorhandenen Kompositionen neue Musik generieren konnte.<sup>2</sup> Da die Ingenieure der RCA daran gewöhnt waren, Mischpulte, Ana-

log-Echogeräte und ähnliches zu bauen, ist es sehr wahrscheinlich, dass grosse Teile des Schaltungsdesigns und der technischen Umsetzung von dieser fähigen Truppe übernommen wurden.<sup>5</sup>

Gebaut wurde das komplette Gerät - aus welchem Grund auch immer - nach Spezifikationen der US Air Force.<sup>4</sup> Sogar ein US Air Force Oszilloskop ist darin zu finden. Es wurden 2 komplette Geräte fertiggestellt. Das Mark 2 Modell hatte 12 Oszillatoren mehr als das Mark 1, ansonsten ist in Bezug auf Unterschiede zwischen den Modellen wenig bekannt.<sup>1,4</sup>

Die meisten anderen Informationen zur Entwicklung des RCA Synthesizers sind weniger gesichert, da sich die Informationen verschiedener Quellen aber weitgehend decken, kann man wohl von einem gewissen Wahrheitsgehalt ausgehen.

Der Legende nach war es Vladimir Ussachevsky, der zusammen mit seinem Freund, dem Komponisten Otto Luening die RCA soweit brachte, den Synthesizer zu bauen. Dies schafften sie, indem sie der Firma ein Instrument versprachen, welches automatisch veröffentlichungsfähige Musik komponierte und ausserdem in der Lage war, ein Orchester zu ersetzen. Da die gewerkschaftlich organisierten Orchester für die Plattenfirmen damals eine Mischung aus finanziellem Verlustfaktor und potentieller Ärgerquelle waren, konnten sie dieser Versuchung wohl nicht widerstehen<sup>5</sup> (vgl. Telharmonium).

Nach Fertigstellung des Instrumentes stellte sich die Theorie der automatischen Komposition als - vorsichtig formuliert - Fehlannahme heraus. Stattdessen erwies sich das Gerät als Gottes Geschenk an die Avantgarde-Komponisten der damaligen Zeit, deren Musik die realen Orchester und Musiker oftmals nicht spielen konnten oder wollten. Auf einmal war nicht mehr die Frage, was gespielt werden konnte, sondern was das Gehör erfassen konnte. Des weiteren war es zum erstenmal möglich, jedes Detail eines Tones, also dessen Klangfarbe, Lautstärke, Obertongehalt u.ä. gezielt zu kontrollieren.

Für Komponisten wie z.B. Milton Babbitt war dies der Himmel auf Erden. Dass die Kompositionen mittels einer Schreibmaschinentas-

tatur Ton für Ton eingegeben werden mussten und dieser Vorgang für ein einziges Stück Monate dauern konnte, störte da erstmal nicht weiter.

So war es nur eine Frage der Zeit, bis die RCA dem allgemeinen Drängen nachgab und den RCA Synthesizer 1957 an die Columbia University vermietete, welche damit das „Columbia-Princeton Electronic Music Centre“ gründete. Ermöglicht wurde dies übrigens durch eine grössere Spende der Rockefeller Stiftung.<sup>2</sup>

Die Komponisten machten nun sich fröhlich über das neue Spielzeug her. Die meisten gaben aufgrund der komplexen und zeitaufwendigen Programmierung schnell wieder auf. Einige wenige bissen sich durch und veröffentlichten Stücke, die wegweisend für die Entwicklung der Elektronischen Musik waren. Hierzu gehören Milton Babbitt's „Vision and Prayer“ und „Philomel“, als auch Charles Wuorinen's „Time's Encomium“, welches 1970 den Pulitzer Preis für Musik gewann. (Dieses Stück kann komplett im Internet gehört werden<sup>6</sup>).

In den 1970er wurde das Gerät durch den Diebstahl einiger Teile stark beschädigt und funktioniert seither nur noch teilweise. Der RCA Synthesizer steht aber noch heute als Denkmal musikalischer Geschichte im Gebäude des Columbia Computer Music Center in der 125ten Strasse in New York City.

Die bisher letzten Töne, die der RCA Synthesizer von sich gab, finden sich auf dem 1997 veröffentlichten „Jungle Album“ der Künstlergruppe „Freight Elevator Quartet“ um den Komponisten R. Luke DuBois. Die einzige Veröffentlichung, die die RCA selbst je mit dem Synthesizer herausgab, war übrigens eine Lehrschallplatte über die synthetische Erzeugung von Musik. (Auch diese Platte kann man heute in voller Länge im Internet anhören<sup>3</sup>).

## Erfinder

Über Herbert Belar ist leider sehr wenig bekannt. Als Mitarbeiter des technischen Stabes im RCA Akustik Labor arbeitete er bei verschiedenen Projekten mit Harry Olson zusammen. Sein Name wird aber fast ausschliesslich in Verbindung mit der Entwicklung des

RCA Synthesizers genannt.

Um so mehr weiss man über Harry Olson. Er gilt als einer der Pioniere auf dem Gebiet der Elektro-Akustischen Forschung. Seine oft bahnbrechenden Erfindungen sind in fast allen heute gebräuchlichen Aufnahme- und Wiedergabegeräten zu finden. So geht z.B. die Tatsache, dass Lautsprecherboxen heute grundsätzlich geschlossene Rückseiten aufweisen (jajawohl, früher waren sie offen), auf Olson's Forschungen zurück.



**Abb.46: Harry Olson**

Quelle : <http://www.ieee-virtual-museum.org/media/C8UYUAF8Qtpn>.

Harry F. Olson wurde am 28. Dezember 1901 in Mt. Pleasant, Iowa geboren. Wie sein Name schon andeutet, waren seine Eltern schwedische Immigranten. Von frühester Kindheit an technisch interessiert, studierte er Elektrotechnik an der Universität von Iowa und schloss dort mit einem Bachelor Titel in Elektrotechnik und einem Dokortitel (Ph.D.) in Atomphysik ab.<sup>7,8</sup>

Die Titel in der Tasche zog er 1928 schnurstracks nach New Jersey, um für die Laboratorien der Radio Corporation of America (RCA) zu arbeiten. Sein fortwährendes Interesse an allem, was Musik und Tonwiedergabe betraf, führte 1936 zu seiner Versetzung in die akustische Forschungsabteilung der RCA.<sup>7</sup>

Tonfilm hatte damals noch Neuheitenstatus und das Aufnehmen der Tonspur gestaltete sich schwierig. Die aufzunehmenden Schallquellen waren mehrere Meter weit weg, da das Mikrofon nicht im Bild sein durfte, was zu einem starken Raum- und Geräuschanteil auf den Aufnahmen führte. Ein gerichtetes Mikrofon musste her, und Harry Olson wurde auf den Fall angesetzt. Er hatte Erfolg und erfand das erste Mikrofon mit Richtcharakteristik, das in der Filmtone- und Rundfunktechnik sofort zum Standard wurde.<sup>7,9,10</sup> Das Richtmikrofon war seine erste Erfindung für die Akustikforschung der RCA und wird in ähnlicher Form heute noch bei Filmtonaufnahmen verwendet.<sup>8</sup>

Viele weitere Erfindungen folgten. Olson's Entwicklungen und Entdeckungen finden sich in fast allen Gebieten der Filmtone- und

Sendetechnik. Er erfand und verbesserte Mikrofone, Lautsprecher, und Magnetaufnahmegeräte.<sup>7</sup>

Während des zweiten Weltkrieges wurde auch Olson zur Waffenentwicklung herangezogen und forschte unter anderem auf dem Gebiet der Unterwasserakustik. Seine Entwicklungen wurden vor allem in der U-Boot Abwehr eingesetzt. Wegen seiner Erfahrung in Lautsprecherbau und Mikrofontechnik wurde er auch mit der Entwicklung von Hochleistungs-Durchsagesystemen und nebengeräuschdämpfenden Mikrofonen beauftragt.<sup>7,8</sup>

Direkt nach dem Krieg entwarf und baute er dann zusammen mit Herbert Belar die RCA Synthesizer I und II.<sup>7</sup>

Harry Olson wirkte 1956 auch an der Entwicklung des ersten RCA Videorecorders mit. (Die RCA stellte dieses Gerät leider einige Monate nach der Markteinführung des Videorecorders durch die Firma Ampex vor, deren Geräte zu diesem Zeitpunkt bereits marktbeherrschend waren. Dies gab Ampex einen Vorsprung, den die RCA niemals aufholen sollte.)<sup>9</sup>

In fast 40 Jahren im Dienste der RCA meldete Harry Olson über hundert Patente an, darunter Entwicklungen und Verbesserungen von Lautsprechern, Aufnahmegeräten, Phonographtonabnehmern, Filmtonsystemen, und Beschallung.<sup>7</sup> Heute sind viele seiner Entwicklungen für uns selbstverständlich geworden. Sie finden sich in fast jedem tontechnischen Gerät, selbst in der heimischen Stereoanlage.

Auch als technischer Autor war Harry Olson sehr fleissig : Er schrieb 10 Bücher und insgesamt 135 Artikel.<sup>7</sup> Sein Buch „Acoustical Engineering and Dynamical Analogies“ wurde zum weltweiten Standardwerk.<sup>10</sup>

Seine bedeutenden Errungenschaften brachten ihm unzählige Ehrungen ein. So war Olson Mitglied der Acoustical Society of America, von der er 1974 die Silbermedaille für Akustische Ingenieursleistung überreicht bekam. 1981 erschien das dann wohl doch noch zu wenig und er bekam auch noch die Goldmedaille für das selbe Thema. 1970 wurde ihm die IEEE Lamme Medaille verliehen, ausserdem wurde er 1959 zum Mitglied der National Academy of Sciences gewählt.<sup>7</sup>

Viele seiner Erfindungen wurden in die Sammlung der Smithsonian Institution aufgenommen.<sup>10</sup>

Harry Olson starb 1982 in Princeton, New Jersey.<sup>7</sup>

## Quellen

- <sup>1</sup> RCA Mark II Sound Synthesizer. [[http://en.wikipedia.org/wiki/RCA\\_Mark\\_II\\_Sound\\_Synthesizer](http://en.wikipedia.org/wiki/RCA_Mark_II_Sound_Synthesizer) (Zugriff am 26.4.2007)].
- <sup>2</sup> Simon Crab : The RCA Synthesizer. [[http://www.obsolete.com/120\\_years/machines/rca/index.html](http://www.obsolete.com/120_years/machines/rca/index.html) (Zugriff am 26.4.2007)].
- <sup>3</sup> 1955 RCA Electronic Music Synthesizer. [[http://www.uv201.com/Misc\\_Pages/rca\\_synthesizer.htm](http://www.uv201.com/Misc_Pages/rca_synthesizer.htm) (Zugriff am 27.4.2007)].
- <sup>4</sup> RCA Mark II Sound Synthesizer. [<http://www.answers.com/topic/rca-mark-ii-sound-synthesizer> (Zugriff am 27.4.2007)].
- <sup>5</sup> Peter Mauzey. [<http://www.answers.com/topic/peter-mauzey> (Zugriff am 26.4.2007)].
- <sup>6</sup> Art Of The States : Time's Encomium. [<http://artofthestates.org/cgi-bin/piece.pl?pid=17> (Zugriff am 28.4.2007)].
- <sup>7</sup> Harry F. Olsen. [<http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/people.php?taid=&id=1234715&lid=1> (Zugriff am 28.4.2007)].
- <sup>8</sup> Mark Heyer : Harry F. Olsen, an Interview conducted by Mark Heyer. IEEE History Center, Piscataway, NJ 08854, U.S.A., Juli 1975.
- <sup>9</sup> CED in the History of Media Technology. [<http://www.cedmagic.com/history/rca-hear-see-player.html> (Zugriff am 26.4.2007)].
- <sup>10</sup> Harry F. Olsen. [<http://www.cedmagic.com/mem/whos-who/olson-harry.html> (Zugriff am 28.4.2007)].

## Literatur

Harry F. Olson : Acoustical Engineering. New York 1947. Neuauflage von Professional Audio Journals, Inc., Philadelphia 1991.

Harry F. Olson : Music, Physics and Engineering, Dover, New York 1967. ISBN 04-8621-769-8.





# Nachwort

Der erste Synthesizer wurde also nicht „einfach so“ erfunden. Zu ihm führte ein langer, steiniger, aber auch lustvoller Weg von revolutionären und weniger bekannten, von legendären und eher vergessenen Erfindungen.

Und dieser Weg ist noch lange nicht zu Ende. Hier erst beginnt die Goldader von analogen Traummaschinen und digitalen Klangwundern. Viele dieser Synthese-Klassiker kann man sich heute auf dem Laptop installieren und bequem mit sich herumtragen. Was hätte wohl Telharmonium-Erfinder Thaddeus Cahill dazu gesagt ?

Wer die Geschichte weiter verfolgen möchte, dem seien die unten aufgeführten Werke wärmstens empfohlen. In ihnen wird die weitere Entwicklung auf, wie ich meine, hervorragende und spannende Weise dokumentiert.

Vintage Synthesizers: Groundbreaking Instruments and Pioneering Designers of Electronic Music Synthesizers. Backbeat Books, San Francisco, 1993.

Matthias Becker : Synthesizer von Gestern (Vol. 1+2). Musik Media Verlag, Köln, 1990.

Love the Machines. Artikelserie in : Zeitschrift Sound & Recording (früher „Keyboards“), Musik Media Verlag, Köln, laufend seit 1999.



# Dank

Ich möchte mich bei den folgenden Personen für ihre Hilfe und Unterstützung bedanken, denn ohne sie hätte diese Arbeit nicht zustandekommen können:

Prof. Oliver Curdt  
Prof. Dr. Johannes Schaugg  
Klara Effinger  
Günter Effinger  
Susanne Skanta

Ausserdem möchte ich mich bei allen im Text genannten Websites und Autoren bedanken, insbesondere bei Simon Crab von Obsolete.com, dessen umfangreiche Website mir immer wieder ein grossartiger Ausgangspunkt für Recherchen war.



