

# 1 Die Hammond-Orgel

## 1.1 Geschichtliches

Die nach ihrem Erfinder Laurens Hammond (1895-1973) benannte elektromechanische Orgel vermochte als erstes der damals aufkommenden elektronischen Musikinstrumente einen anhaltenden Publikumserfolg zu verbuchen (währenddem Theremin und Trautonium eher Spezialitäten für einen engeren Liebhaberkreis blieben). In der Gospel-Musik wurde die Hammond zum unverrückbaren Bestandteil und auch im Jazz (Wild Bill Davis, Jimmy Smith u.a.m.) fand sie dankbare Abnehmer. Erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt wurde die Hammond im April 1935 in der New Yorker St.-Patrick-Kathedrale. Zu den ersten Bestellern des Instrumentes gehörten Henry Ford, George Gershwin und Count Basie.

## 1.2 Konstruktion

Im Unterschied zur klassischen Orgel besitzt die Hammond-Orgel keine Pfeifen. Das erste Modell war mit Zugriegeln und einem elektromagnetischen Tonradgenerator ausgestattet.

Moderne Hammond New B-3 mit Leslie 122XB:

<http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/new-B-3.jpg>

Allen Instrumenten gemeinsam ist der Aufbau mit zwei Manualen (Swell und Great) und Fusspedalen. Grundsätzlich stehen zwei Typenreihen zur Verfügung. Zum einen die für den Heimgebrauch konzipierten Spinettmodelle, zum andern die für den Konzertbereich bestimmten Konsolenmodelle.

## 1.3 Ton- und Klangerzeugung

1) Die eigentliche Tonerzeugung erfolgt im Tongenerator. Speziell geformte Tonräder aus Metall mit gewelltem Rand rotieren vor elektromagnetischen Tonabnehmern (spulenbewickelte Magnete). Insgesamt sind bis zu 96 Tonräder unterschiedlicher Zähnezahl eingebaut. Als Antrieb dient ein Synchronmotor mit Zwischengetriebe. Auf diese Weise lassen sich zwölf verschiedene Drehzahlen, mit denen sich die Tonräder auf den Tonradwellen drehen, erzielen. Näherungsweise ergeben sich daraus die zwölf gleichstufig gestimmten chromatischen Töne einer Oktave.

Infolge der wellenförmigen Peripherie der Tonräder ändert sich periodisch der magnetische Fluss, wodurch in der Tonabnehmer-Spule eine sinusähnliche Wechselspannung von einigen mV Stärke induziert wird. Nach einem Glättungsfilter stehen quasi Sinustöne zur Verfügung, die mittels additiver Synthese der weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Manuale, Zugriegel und Scanner (Vibrato- und Chorussschaltung) bilden entsprechende Stufen in der Signalkette; dazu kommt am Schluss ein Verstärker, um schliesslich einen Lautsprecher anzusteuern.

Ein Ton setzt sich aus neun verschiedenen Frequenzen zusammen, deren Intensitäten über die erwähnten Zugriegel (Drawbars) justierbar sind. Man bezeichnet solche Orgeln daher auch als neunhörig. Jeder Zugriegel hat neun verschiedene Intensitätsstufen (null bis acht). Daraus ergeben sich zahlreiche unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten.

Einige Hammond-Orgeln sind mit einem Federhall (Hallspirale) ausgerüstet, um so dem Klang mehr Räumlichkeit zu verleihen. Darunter versteht man ein elektromechanisches Übertragungselement mit einer Spiralfeder und zwei Wandlern. Der Eingangswandler (Geber) regt die Feder zu erzwungenen Schwingungen an, der Ausgangswandler (Nehmer) übernimmt den erzielten Hall.

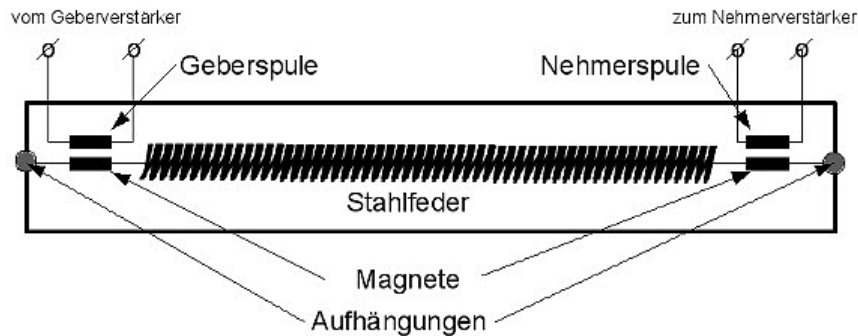


Abb. 1: Hallspirale

Zusätzliche Equipments zur Klangbeeinflussung sind Phaser, Ringmodulator und Flanger.

2) In Verbindung mit einer Leslie-Box (Vibratone) wird der charakteristische Hammondsound um das typische Jammern bereichert.

Leslie Rotor-Tonkabinett (Vorderansicht):

[http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/leslie\\_vorne.jpg](http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/leslie_vorne.jpg)

Don Leslie (1911-2004) ist der Erfinder dieses nach ihm benannten rotierenden Lautsprechersystems, bei dem die Modulation der Tonhöhe durch Ausnutzung des Doppler-Effekts und daraus hervorgehender Schwebungen erfolgt.

## 2 Die Böhm-Orgel

### 2.1 Geschichtliches

Diese von Dr. Rainer Böhm (\*1928) – einem ausgebildeten Physiker – konstruierte vollelektronische Orgel wurde als Bausatz vertrieben.

In der Radio-Praktiker-Bücherei des Franzis-Verlags erschien 1961 das Büchlein:

*Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau* (RPB 101)

Auch in der Funkschau erschien eine umfassende Artikelserie von Dr. Böhm über den Bau von elektronischen Orgeln. Ich staunte nicht schlecht, als eines Tages (es war um das Jahr 1972 herum) der Alte eine Böhm-Orgel orderte. Während Monaten lagen die Einzelteile in seiner kleinen Werkstatt herum. In unzähligen Stunden lötete er die Schaltungen zusammen, fertig wurde die Orgel jedoch nie. Und irgendwann fehlten plötzlich einzelne Teile wie Widerstände oder Transistoren, die vielleicht herunter gefallen oder auch für andere Zwecke gebraucht wurden. Trotzdem war ich fasziniert davon, dass selbst der interessierte Laie sich eine voll-elektronische Heimorgel bauen konnte.

## 2.2 Konstruktion

Zunächst musste der Kunde nach Bauanleitung alle elektronischen Leiterplatten mit den einzelnen Bauteilen bestücken und diese anschliessend verlöten. Danach wurden die Tastaturen und sonstigen Bedienelemente in das noch leere Orgelgehäuse eingesetzt. Manchmal waren auch kleinere Korrekturen wie Sägearbeiten nötig, um gewisse Teile ins Gehäuse einzupassen.

Böhm Orgel FnT (3 Manuale mit 61 Tasten, 30 Pedale):

[http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/boehm-orgel\\_1.jpg](http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/boehm-orgel_1.jpg)

Einfinger-Begleitautomatik Böhm mit integriertem Schlagzeug:

<http://sites.google.com/site/futurephysics/Home/boehmat.jpg>

## 2.3 Tonerzeugung und Klangbilder

Die Transistor-Oszillatoren erzeugten Sägezahnschwingungen.

Im Vergleich zueinander:

- Sägezahn: brillanter Klang, der alle natürlich vorkommenden Obertöne enthält.
- Rechteck: klarinettenartiger bis nasaler Klang, der nur die ungeradzahigen Obertöne enthält.
- Sinus: eher dumpfer (monotoner) Klang, der nur aus dem Grundton besteht.

Reine Sinustöne kommen in der Natur nicht vor; hingegen kommt der Klang einer Stimmgabel dem Sinus bereits recht nahe. Bei obertonreichen Signalen kann das Klangbild durch Filter nachhaltig verändert werden.

Die Disposition der Orgelregister orientiert sich am Vorbild der Kirchenorgel. Zu diesem Zweck wird die subtraktive (Klang)-Synthese bemüht. Bei dieser Syntheseform erzeugen Oszillatoren die erwünschten Töne, die dann durch klangverändernde Module (Filter, Hüllkurven-Generatoren, Verstärker-Module usw.) nachbearbeitet werden. Der gewünschte Klang wird erzielt, indem aus dem obertonreichen Spektrum die unerwünschten Frequenzanteile herausgefiltert oder dann abgesenkt werden (= Subtraktion).

## 2.4 Oszillatoren

Die Böhm-Orgel verwendet transistorisierte Sägezahnoszillatoren mit obertonreichen Ausgangstönen. Vermutlich wurden sog. Sperrschwinger eingesetzt.

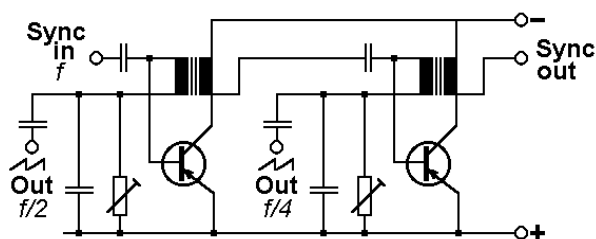


Abb. 1: Sperrschwinger mit Transistoren (Frequenzteiler für Sägezahnspannungen)