



S O N D E R H E F T

# ELEKTRONISCHE MUSIK

TECHNISCHE HAUSMITTEILUNGEN DES NORDWESTDEUTSCHEN RUNDFUNKS



gebenen Methode der Bildung von vokal- und instrumentalähnlichen Klängen durch periodische Stoßerregung eigenschwingungsfähiger Gebilde (die Priorität insbesondere im Hinblick auf die Voder-Vocoderentwicklung in den USA wird in der Literatur K. W. Wagner zugesprochen [8]) die Klangfarben nahezu aller bekannten Musikinstrumente und Vokale gut nachahmen lassen. Selbst Berufsinstrumentalisten können oft nur schwer die Unterschiede erkennen. Für Gedackt- und Klarinettenklänge ist eine antisymmetrische Periodizität der Stoßerregung erforderlich [3].

Mit diesen Feststellungen soll zu dem musik-ästhetischen Problem der Klangimitation keine Stellung genommen werden. Eine objektive Darstellung der Entwicklung und der experimentellen Tatsachen erscheint aber für den Rundfunk deshalb zur Zeit von Bedeutung, weil er zum erstenmal in dem „Studio für elektronische Musik“ zu Köln nach den

Vorschlägen von W. Meyer-Eppler eine Form der aktiven Musikgestaltung in eigene Regie genommen hat.

## SCHRIFTTUM:

- [1] Meyer-Eppler, W.: Elektronische Kompositionstechnik. Melos 20 [1953] 5-9.
- [2] Meyer-Eppler, W.: Über die Anwendung elektronischer Klangmittel im Rundfunk. Techn. Hausmitt. d. NWDR 4 [1952] 130-135.
- [3] Sala, O.: Experimentelle und theoretische Grundlagen des Trautoniums. Frequenz 2 [1948] 315-322, 3 [1949] 13-19.
- [4] Meyer-Eppler, W.: Elektrische Klangerzeugung. Verlag Ferd. Dümmler, Bonn 1949, S. 53.
- [5] Trautwein, F.: Toneinsatz und elektrische Musik. Z. techn. Phys. 13 [1932] 244; Aschoff, V.: Zur experimentellen Darstellung akustischer Ausgleichsvorgänge. Hochfrequenztechnik u. Elektroak. 49 [1937] 138-140.
- [6] Nernst, W.: Mündliche Mitteilung 1932.
- [7] Backhaus, H.: Über die Bedeutung der Ausgleichsvorgänge in der Akustik. Z. techn. Phys. 13 [1932] 31-46.
- [8] Wagner, K. W.: Ein neues elektrisches Sprechgerät zur Nachbildung der Vokale. Abh. Preuß. Akad. Wiss., Phys.-math. Kl. 1936, Nr. 2; Trautwein, F.: Elektrische Musik. Verlag Weidmann, Berlin 1930.

7

DAS MELOCHORD DES STUDIOS FÜR ELEKTRONISCHE MUSIK  
IM FUNKHAUS KÖLN

VON HARALD BODE

Eingegangen am 29. Januar 1954

DACHAU

DK 534.3 : 681.8

## Zusammenfassung

Es wird ein zweistimmiges elektronisches Musikinstrument mit Tastenmanualen beschrieben, dessen oberes Manual auch als stufenweise schaltbares Klangfilter dienen kann.

## Summary The Melochord of the electronic-music studio at Cologne

A description is given of a two-tone electronic musical instrument equipped with keyboards, the upper keyboard being also used as a step-by-step filter.

## Résumé Le Melochord du studio de musique électronique de Cologne

Description d'un instrument de musique électronique à double son et à deux claviers. Le clavier supérieur sert aussi de filtre à paliers.

Das Melochord, ein elektronisches Tasten-Melodieinstrument mit zwei voneinander unabhängigen einstimmigen Spielbereichen, ist als normales Musikinstrument im Sinne einer herkömmlichen Klangauffassung bereits seit Jahren in Hörspiel- und Unterhaltungsmusiksendungen des deutschen Rundfunks bekannt.

Über den Rahmen einer solchen Interpretation hinaus jedoch geht die Zielsetzung, mit elektronischen Klangerzeugern im Zusammenwirken mit an sich bekannten Geräten, Hilfsmitteln und Verfahren der Rundfunk- und Fernmeldetechnik absolutes musikalisches Neuland zu erschließen. Unter dem Gesichtswinkel einer solchen Zielsetzung wurde das Melochord des NWDR Köln als organischer Bestandteil des Studios für elektronische Musik entwickelt.

Bei dem Konzept dieses Gerätes wurde davon ausgegangen, daß man alle diejenigen Klangparameter, die durch bekannte Hilfsmittel darstellbar sind, Schaltanordnungen außerhalb des Instruments zuweist und diesem nunmehr die Bestimmungselemente überläßt, die ihm spezifisch arteigen sind.

Normalerweise enthält jeder Spielbereich eines Melochords für sich getrennt einen Tongenerator, der einem separaten Manualteil oder Manual zugeordnet ist, eine Trennstufe, die eine

Rückwirkung von den nachfolgenden klangbeeinflussenden Mitteln auf den Generator verhindern soll, die Klangfilter — Vierpole, die beispielsweise als Resonanzkreise, Bandpässe, Tief- oder Hochpässe geschaltet sind —, eine Regelanordnung zur künstlichen Nachbildung bekannter An- und Abklingvorgänge (Blas- und Zupfklänge), einen Vibratogenerator mit einer Frequenz von etwa 6 bis 8 Hz, der variabel auf die beiden Tongeneratoren eingekoppelt werden kann und hier derart einen veränderlichen Frequenzhub erzeugt, und die Lautstärkeschweller.

Eine besonders interessante klangliche Bereicherung kann man dem Melochord außerdem noch dadurch geben, daß man ein mit der Tonhöhe zwangsläufig in Stufen abstimmbares Klangfilter einbaut, so daß man beispielsweise einen Formanten erhält, dessen Frequenz bei einer Variation der Höhe des Grundtones mitwandert. — Weitere Bereicherungen ergeben sich bei einem zweistimmigen Gerät, wenn man die Wechsellspannungen aus beiden Kanälen einem Ringmodulator zuführt und miteinander multiplikativ mischt. Schließlich ist es sowohl möglich, die Tongeneratoren mit weißem Rauschen oder mit einem beliebigen Ausschnitt aus dem Spektrum eines Rauschgenerators in ihrer Frequenz zu modulieren als auch bei abgeschalteten

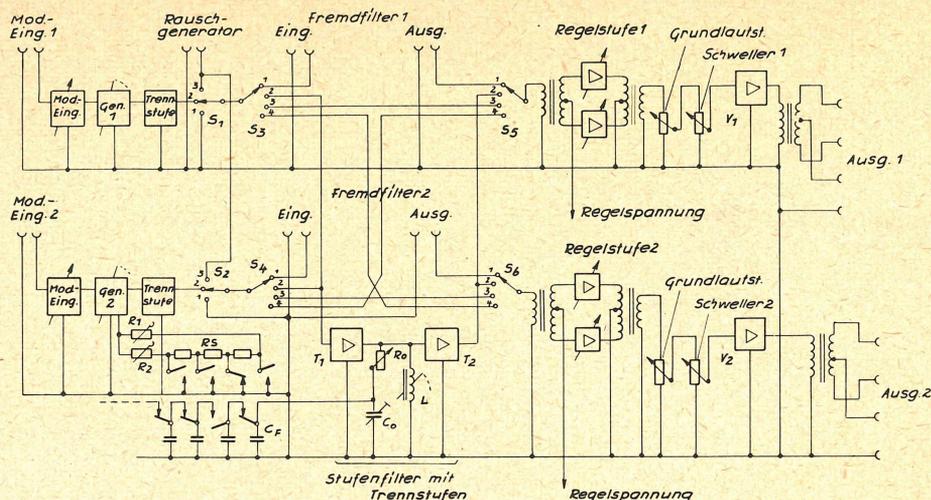


Abb. 1  
Blockschema des Rundfunk-Melochords

Generatoren weißes Rauschen auf die übrigen klangbestimmenden Teile zu geben.

Alle weiteren, die Vielfalt der klanglichen Möglichkeiten erhöhenden Mittel, zu denen vor allem die Ausnutzung bekannter und neuer Magnetbandtechniken und die Einbeziehung des Hallraums gehören, seien hier nur am Rande erwähnt, da sie an anderer Stelle ausführlich behandelt werden.

Einen Überblick über die klangerzeugenden und klangbeeinflussenden Mittel des Melochords vom NWDR Köln und ihre Zuordnung zueinander vermittelt das Blockschema Abb. 1. Man erkennt hier, daß die in der Normalausführung üblichen festen Klangfilter ebenso wie der Vibratogenerator fehlen, daß jedoch ein Stufenfilter zur Darstellung mitwandernder Formanten eingebaut ist.

Die im Schema übereinanderliegenden Kanäle sind den beiden Manuals des Instruments (Abb. 2) zugeordnet. Über die Modulationseingänge 1 und 2 gelangt die zur Frequenzmodulation (z. B. Vibratomodulation) der Tongeneratoren benötigte Wechselspannung von außen her über Spannungsregler und

Vorstufen an die Generatoren 1 und 2, die als Multivibratoren geschaltet sind. Als frequenzbestimmende Elemente enthalten diese außerordentlich obertonreichen Wechselspannungsquellen je eine Reihe von Widerständen in 37 Abstufungen entsprechend den 37 Halbtönen der 3 Oktaven umfassenden Manuale und einen Kondensator, dessen Wert durch links von den Manuals befindliche Auslösetasten im Verhältnis 1:2:4:8 umschaltbar ist, wodurch man 4 im Oktavverhältnis zueinander stehende Tonhöhenbereiche erhält. Da der tiefste Ton im tiefsten Bereich des einen Manuals gegenüber dem des anderen Manuals um eine Oktave verschoben ist, erhält man einen Gesamt-Tonumfang von 7 Oktaven.

Außer den Schließkontakten, die zu den Widerstandsabgriffen führen und der Tonhöhenbestimmung dienen, sind den Tasten des einen Manuals auch noch Öffnekontakte zugeordnet, durch die von einer Reihe parallelgeschalteter Kondensatoren (wieder 37 Stück entsprechend der Zahl der auf dem Manual vorhandenen Halbtöne) jeweils alle diejenigen abgetrennt werden, die links von der gedrückten Melodietaste liegen. Die Summe der auf diese Weise rechts übrigbleibenden Kondensatoren ( $\dots C_F, C_O$ ) dient zur Abstimmung des aus diesen und der Resonanzdrossel  $L$  gebildeten Parallelresonanzkreises, durch den der mitwandernde Formant dargestellt wird. Die Dämpfung dieses Formanten wird durch den Regelwiderstand  $R_0$  variabel gestaltet. Durch je eine Trennstufe am Eingang und am Ausgang ist der Formantkreis in die Gesamtanordnung eingefügt. Dadurch, daß die Resonanzdrossel  $L$  in Stufen abstimmbar ist, läßt sich die relative Frequenz des Formanten zum Grundton in weiten Grenzen variieren.

Die obertonreichen Wechselspannungen gelangen nun aus den Generatoren 1 und 2 über die nachgeschalteten Trennstufen an die Schalter  $S_1$  und  $S_2$  und von diesen an die Schalter  $S_3$  und  $S_4$ . Je nachdem, wie diese eingestellt sind, gelangen dann die Wechselspannungen weiter über außen angeschlossene Fremdfilter oder über das eingebaute Stufenfilter oder direkt (bzw. durch Überwechseln zum anderen Kanal) an die Schalter  $S_5$  und  $S_6$  und von diesen an



Abb. 2  
Spieltisch des Rundfunk-Melochords

die Regelstufen 1 und 2 zur künstlichen Darstellung der An- und Abklingvorgänge. — Die Regelstufen sind in Gegentaktschaltung ausgeführt, da bei einer Eintaktausführung bei plötzlicher Entriegelung ein Gleichstromstoß entstehen würde, den man im Lautsprecher als unerwünschten Donnerschlag zu hören bekäme. — Zur Gewinnung der regelnden Gleichspannungen für die Entriegelung bzw. Verriegelung der Regelstufen im Sinne der erwünschten nichtstationären Vorgänge werden Kondensatoren über Widerstände aufgeladen bzw. entladen und diese Vorgänge über Schalter eingeleitet und kontrolliert, die durch eine Mechanik mit den Tasten in Verbindung stehen.

Die in den Regelstufen 1 und 2 in ihrer nichtstationären Struktur beeinflussten Klänge werden Regelwiderständen zur Festlegung der Grundlautstärke und von diesen den Schwellerpotentiometern zugeführt, die ihrerseits an die Eingänge der Trennstufen  $V_1$  und  $V_2$  angeschlossen sind, von denen aus dann die tonfrequenten Wechselspannungen zu den weiteren Einrichtungen des Studios gelangen.

Durch die Wahl der verschiedenen Schaltwege bei Betätigung der Schalter  $S_1$  bis  $S_6$  ergibt sich eine Reihe von Variationsmöglichkeiten, aus denen nur einige Beispiele herausgegriffen seien: Durch Sperrung von Generator 2 ( $S_2$  auf 1) und Einbeziehung

des Stufenfilters in den Kanal 1 ( $S_3$  und  $S_5$  auf 2) ist es möglich, durch Spiel auf den Tasten des Kanals 1 die Tonhöhe und die nichtstationären Vorgänge zu bestimmen, während durch ein Spiel auf den Tasten des Kanals 2 die Klangfarbe beeinflusst wird. — Blockiert man den Kanal 1 (Schalter  $S_1$  auf 1) und schließt bei Schalterstellung  $S_2$  auf 3 einen Rauschgenerator an, so läßt sich bei Einstellung von  $S_4$  und  $S_6$  auf 2 (Stufenfilter) ein Tonhöhenpiel mit farbigem Rauschen darstellen, und zwar je nach Einstellung der Regelstufe 2 als „geblasenes“ oder „gezapftes“ farbiges Rauschen. Wird bei gleichen Schalterstellungen beispielsweise Orchestermusik auf den Rauschgeneratoreingang gegeben, so erscheint die Musik mit Vokalfarben „moduliert“.

Diesen Beispielen würden sich auf Grund der möglichen Kombinationen, die sich durch die verschiedenen Schaltwege und die Verschiedenartigkeit der von außen anschaltbaren Hilfsgeräte ergeben, noch eine große Anzahl weiterer anreihen lassen, wobei aber, wie bereits erwähnt, die Varianten keineswegs sich in zeitlich unmittelbar produzierten Gebilden erschöpfen, sondern durch sinnvolle Anwendung zeitlich mittelbarer Verfahren, nämlich der Speicherverfahren, insbesondere der Magnetbandtechnik, sich ganz neue Gestaltungsmöglichkeiten erschließen lassen.

8

MATHEMATISCH-AKUSTISCHE GRUNDLAGEN  
DER ELEKTRISCHEN KLANG-KOMPOSITION

VON WERNER MEYER-EPPLER

INSTITUT FÜR PHONETIK UND KOMMUNIKATIONSFORSCHUNG DER UNIVERSITÄT BONN

Eingegangen am 29. Januar 1954

DK 534.4 : 534.75

Zusammenfassung

Die Einbeziehung elektrischer Klangmittel in den musikalischen Gestaltungsprozeß zwingt den Komponisten in einem ungewöhnlichen Maße zur Auseinandersetzung mit Problemen psychologisch-akustischer Natur. Für die vielfältigen Beziehungen zwischen den Schallreizen und den zugehörigen Empfindungen wird ein vereinfachtes, den Eigenschaften des menschlichen Ohres gerecht werdendes Beschreibungsschema angegeben, mit dessen Hilfe die zu erwartenden klanglichen Wirkungen mit einiger Sicherheit im voraus bestimmt werden können.

Summary The mathematic-acoustical fundamentals of electrical sound composition

The inclusion of electrical tone sources in the process of musical production forces the composer to tackle to an unusual degree certain problems of a psycho-acoustical nature. For dealing with the manifold relations between the sound and allied sensations, a simplified, descriptive formula is described, having properties which take account of the behaviour of the human ear, and by means of which the sound effects expected may be defined in advance with some degree of certainty.

Résumé Les principes mathématique-acoustiques de la production du son électronique

L'inclusion de générateurs soniques électriques dans la production musicale oblige le compositeur à résoudre des problèmes psycho-acoustiques importants et peu classiques. Les relations multiples du son et des sensations associées sont exprimées en une formule simplifiée et descriptive, qui tient compte des propriétés de l'oreille humaine, et qui permet de définir à l'avance avec une certaine précision les effets sonores escomptés.

Die von den elektrischen Klangmitteln dargebotenen kompositorischen Möglichkeiten weichen so sehr vom Gewohnten ab, daß es nur in seltenen Fällen gelingen wird, von dem durch die traditionelle Instrumentationslehre gesicherten Besitz in die neuen Klangregionen hinein zu extrapolieren. Wer das Neuland der „elektronischen Musik“ betritt, sieht sich zunächst aller vertrauten Stützen beraubt; allenthalben stößt er auf unerwartete und wohl auch befremdliche Phänomene. Um bei der außer-

ordentlich anwachsenden Vielfalt der akustischen Erscheinungsformen die Übersicht nicht zu verlieren, bedarf es eines vertieften Einblicks in die Zusammenhänge zwischen der physikalischen, der physiologischen und der psychologischen Seite des Problems. Will man sich nicht sogleich in einem Gewirr von einander widersprechenden Meinungen hoffnungslos verstricken, so muß man sich von Anfang an einer klaren und eindeutigen Ausdrucksweise bedienen. Soweit bereits von sachverständigen Ausschüssen