

Ruschkowski  
Elektronische Klänge und  
musikalische Entdeckungen

Reclam Sachbuch premium

André Ruschkowski

# Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen

Mit 69 Abbildungen

Reclam

3., ergänzte Auflage 2019

RECLAMS UNIVERSAL-BIBLIOTHEK Nr. 19613ä  
ä 998, 2010, 2019 Philipp Reclam jun. GmbH & Co. KG,  
Siemensstraße 32, 71254 Ditzingen

Umschlagabbildung: Professioneller Synthesizer –  
© shooter / Alamy Stock Foto

Druck und Bindung: Kösel GmbH & Co. KG,  
Am Buchweg 1, 87452 Altusried-Krugzell  
Printed in Germany 2019

RECLAM, UNIVERSAL-BIBLIOTHEK und  
RECLAMS UNIVERSAL-BIBLIOTHEK sind eingetragene Marken  
der Philipp Reclam jun. GmbH & Co. KG, Stuttgart  
ISBN 978-3-15-019613-7

[www.reclam.de](http://www.reclam.de)

# Inhalt

Vorwort . . . . .	9
-------------------	---

## »Die wahre Art, den Synthesizer zu spielen« – Analoge Klangerzeugung und Klangsteuerung

### Die Anfänge

Erste Schritte . . . . .	15
Klänge aus der Luft . . . . .	23
Jörg Magers Mikromelodien . . . . .	36
Musikalische Wellen aus Paris . . . . .	47
Die Odyssee des Trautoniums . . . . .	56
Frische Ideen für neue Klänge . . . . .	75
Verblüffende Instrumentenideen aus Kanada . . . . .	87
Robert Moog und die Spannungssteuerung . . . . .	109
Donald Buchla und das San Francisco Tape Music Center . . . . .	120
Synthesizer als Symbol des Fortschritts . . . . .	136

### Technik analoger Klangsynthese und Klangsteuerung

Spannungsgesteuerte Klänge . . . . .	148
Die Klangerzeugung . . . . .	152
Die Klangformung . . . . .	158
Die Modulation . . . . .	165
Sequenzler . . . . .	175
Analoge Synthesizerarten . . . . .	181

## Elektronische Klangerzeugung und musikalische Konzeptionen

Die amerikanische Music for Tape und der erste Synthesizer . . . . .	184
Die Entwicklung der Musique concrète . . . . .	207
Elektronische Musik aus Köln . . . . .	228

## »Der wohlprogrammierte Computer« – Digitale Klangerzeugung und Klangsteuerung

Der Computer und seine musikalischen Anwendungen . . . . .	259
--	-----

Die Anfänge . . . . .	261
-----------------------	-----

## Komposition mit dem Computer

Erste Experimente von Lejaren Hiller und Iannis Xenakis . . . . .	266
Algorithmische Komposition . . . . .	284
Markov-Modelle 285 · Generative Grammatiken 286 · Übergangsnetzwerke 288 · Chaos und Selbstähnlichkeit 289 · Genetische Algorithmen 291 · Zelluläre Automaten 292 · Neuronale Netze 294 · Künstliche Intelligenz 295	

## Klangsynthese mit dem Computer

Technische Voraussetzungen . . . . .	298
Direkte Synthese . . . . .	300
Additive Synthese . . . . .	305
Synthese durch Frequenzmodulation . . . . .	308
Synthese durch Amplitudenmodulation . . . . .	319
Waveshaping-Synthese . . . . .	323
Granularsynthese . . . . .	327

---

Resynthese . . . . .	332
Physical Modeling . . . . .	345
Sound-Sampling . . . . .	349
Digitale Synthesizerarten . . . . .	357
Immer neue Synthesizer? . . . . .	361
Klangsteuerung und Klangbearbeitung mit dem Computer	
Digital/Analog-Systeme . . . . .	364
Gemischte digitale Systeme . . . . .	368
Computer steuern Synthesizer und Sampler . . . . .	373
Die MIDI-Kommunikation	
Warum MIDI? . . . . .	384
Das MIDI-System . . . . .	391
Die MIDI-Kanaldaten . . . . .	398
Die MIDI-Systemdaten . . . . .	415
Der General MIDI-Standard . . . . .	421
Musiktechnologie zu Beginn des 21. Jahrhunderts . . . . .	426
Anmerkungen . . . . .	435
Abbildungsnachweis . . . . .	452
Bibliographie . . . . .	453
Diskographie . . . . .	463
Register . . . . .	468
<i>Zum Autor</i> . . . . .	476



## Vorwort

Es ist schon seltsam, daß ausgerechnet Musik und elektronische Technik in der medialen Welt von heute eine so enge Verbindung eingegangen sind. Stehen diese Bereiche doch geradezu für zwei Pole menschlicher Weltsicht, für verstandes- und gefühlsgesteuerte Prozesse, für wissenschaftliche und künstlerische Aneignungsweisen. Um so erstaunlicher ist die Tatsache, daß wir seit längerer Zeit bereits in einer partiell von Mikroprozessoren kontrollierten Musikwelt leben, ohne daß viele bisher davon Kenntnis genommen haben. Das Computerzeitalter verändert zunehmend auch die Arbeitsweise von Komponisten und Interpreten. Hier ist innerhalb kurzer Zeit die Elektronik in einem Umfang unentbehrlich geworden, daß man schon von einer heimlichen Revolution sprechen kann.

Komponisten, gleich welchen Genres, sind der Verwirklichung einer uralten Vision nahe: Im Dialog mit der Maschine sind sie allein in einem kreativen »Elfenbeinturm«, ohne Streit mit Interpreten. Sie können das Resultat sofort im Lautsprecher überprüfen, korrigieren, ergänzen oder Mißglücktes aus dem Programm streichen. Obwohl diese aufregend utopisch anmutenden Produktionstechniken heute bereits massenhafte Realität sind, erschwert auf der Rezipientenseite das noch immer verbreitete Image des Computers als »personifizierten Übermenschen« eine sachgerechte Auseinandersetzung mit Vor- und Nachteilen elektronischer Musikproduktion.

Die vorliegende Publikation soll innerhalb dieser Diskussion auch dem Nichtfachmann als Wegweiser dienen, als eine Orientierungshilfe innerhalb dieses sich derzeit explosionsartig entwickelnden Gebietes, das auf dem Weg ist, zum medialen Angelpunkt der weiteren musikkulturellen Entwicklung zu werden. In diesem Punkt unterscheidet

sich die vorliegende Darstellung von technischen Abhandlungen, wie sie meist in speziellen Synthesizer- oder MIDI-Handbüchern geboten werden. Der Schwerpunkt dieser Publikation ergibt sich aus der Entscheidung, musikalische und technische Entwicklungen zusammenhängend darzustellen. Damit sollen Bedingungen für die Herausbildung musikelektronischer Techniken umrissen werden, die seit ihren Anfängen in Bastelstuben erfinderischer Ingenieure und in akademischen Forschungslaboratorien immer öfter von populären musikalischen Genres adaptiert wurden und so massenhafte Verbreitung fanden, die heute fast vollständig in die Marktmechanismen populärer Musikproduktion integriert und dennoch nicht in ihnen aufgegangen sind.

Das Konzept weist, wie am Inhaltsverzeichnis ersichtlich, mit einem analogen und einem digitalen Abschnitt eine deutliche Zweiteilung auf. Daraus sollte jedoch nicht geschlossen werden, daß beide Bereiche nichts miteinander zu tun haben – im Gegenteil. Besonders bei den im Kapitel »Klangsynthese mit dem Computer« erläuterten Verfahren wird deutlich, daß eine scharfe Trennung nicht existiert. Viele der Synthesetechniken lassen sich ebenso mit analogen Mitteln realisieren, wenn auch mit unvergleichlich höherem technischen Aufwand und mit geringerer Präzision. Der Rechner »simuliert« in den meisten Fällen durch ein entsprechendes Programm die analogen Abläufe.

Der erste Teil dieses kleinen Bandes bezieht sich in technischer Hinsicht vor allem auf die traditionell in diesem Zusammenhang wichtige subtraktive Klangsynthese. Jeder interessierte Leser soll hier Anregungen finden, wenn er, tagtäglich mit den Resultaten der Elektrifizierung der musikalischen Umwelt durch die verschiedensten Medien konfrontiert, mehr über Zusammenhänge und Hintergründe elektronischer Musikproduktion erfahren möchte. Unvermeidlich ist der bei diesem Thema relativ hohe Anteil technischer Details, auch wenn es sich mit einem elektronischen Musikinstrument wie mit einem Radioapparat verhält: De-

taillierte Kenntnis der internen technischen Vorgänge ist für die erfolgreiche Benutzung keine Bedingung. Jedem, der bereits seine ersten Schritte bei der Beschäftigung mit elektronischen Instrumenten hinter sich hat, ist andererseits klar, daß es ohne Kenntnis grundlegender akustischer, musikalischer und technischer Zusammenhänge nicht besser geht.

Mein herzlicher Dank gilt allen Freunden und Kollegen, die mir sowohl mit Material und Informationen als auch durch Anregungen und Kritik bei der Fertigstellung dieses Manuskriptes eine entscheidende Hilfe waren.

Die im Buch genannten Markennamen und Produktbezeichnungen unterliegen in der Regel dem patent- und warenrechtlichen Schutz, werden jedoch nicht ausdrücklich mit ®, © oder <sup>TM</sup> gekennzeichnet.

Für die 2. Auflage 2010 ist im Kapitel »Komposition mit dem Computer« der Teil »Algorithmische Komposition« hinzugefügt worden.

Für die 3. Auflage 2019 wurde das neue Kapitel »Musiktechnologie zu Beginn des 21. Jahrhunderts« ergänzt.

*André Ruschkowski*



»Die wahre Art,  
den Synthesizer zu spielen« –

Analoge Klangerzeugung  
und Klangsteuerung



# Die Anfänge

## Erste Schritte

Von der bestaunten Varietésensation zur jederzeit verfügbaren Klangquelle entwickelten sich Musikinstrumente auf elektrischer Basis erst in den letzten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts. Sucht man nach ihren Wurzeln, stößt man auf die überraschende Tatsache, daß bereits vor mehr als 250 Jahren elektrische Kraftwirkungen musikalisch genutzt wurden. Seit Mitte des 16. Jahrhunderts – die Elektrizitätslehre begann sich gerade als neuer Teilbereich der physikalischen Wissenschaften zu formieren – versuchte man die sprunghaft anwachsenden Erkenntnisse dieses Bereiches für immer zahlreichere praktische Anwendungen zugänglich zu machen. Einen Markstein dieser Entwicklung verkörperten die Elektrisiermaschinen, die im 18. Jahrhundert zu regelrechten Lieblingsgeräten der Naturforscher avancierten, obwohl das Prinzip bereits 1663 durch Otto von Guericke entdeckt worden war. Er hatte eine Schwefelkugel mit einer Eisenstange als Achse versehen, sie rotieren lassen und an der sich drehenden Schwefelkugel mit den Händen (!) eine Ladungstrennung herbeigeführt. Die so gewonnenen Erkenntnisse nutzte er für das Studium von Anziehung und Abstoßung solcherart elektrisierter Körper.

Um die Mitte des 18. Jahrhunderts gab es dann die erste Möglichkeit, diese flüchtigen elektrischen Ladungen zu speichern. 1745/46 wurden die ersten sogenannten Leidener Flaschen konstruiert, die zunächst aus einem eisernen Nagel oder Drahtende in einem Medizinfläschchen bestanden, in dem sich eine Flüssigkeit – Quecksilber oder Weingeist – als Elektrolyt befand. Wurde diese Anordnung durch eine

Elektrisiermaschine »aufgeladen«, so konnte man auch nach Abtrennung der Maschine die gewünschten elektrischen Effekte erreichen. Diese bestanden zumeist darin, daß derjenige, welcher das Ende des Nagels und die Glasaußenwand des Gefäßes gleichzeitig berührte, einen elektrischen Schlag erhielt.

Auf diesen Entdeckungen beruhten auch die Forschungen des Philosophen und Naturforschers Alessandro Volta, der 1799 die Leidener Flasche zur Voltaschen Säule perfektionierte. Die Säule bestand aus einer Aufeinanderschichtung von Zinkplatten, feuchten Pappscheiben und Silberstücken. Damit hatte er eine Reihenschaltung einzelner Stromquellen realisiert, die erstmals die kontinuierliche Erzeugung höherer Spannungen bis zu einigen 100 Volt ermöglichte. Batterien dieser Art, die das elektrische Fluidum in Bewegung setzen, bezeichnete man damals interessanterweise u. a. als »Elektromotor«. Bereits 1780 hatte der Anatom Luigi Galvani aus Bologna eine folgenreiche Zufallsbeobachtung gemacht: Er entdeckte bei Versuchen mit der Elektrisiermaschine, daß im Augenblick des Funkenüberschlages die Schenkel eines frisch präparierten Frosches, an dessen Schenkelnerven ein Messer angelegt war, merkwürdig zusammenzuckten. Galvani weitete seine Beobachtungen zu einer stark beachteten Theorie aus, die den Namen Galvanismus erhielt. Sie glaubte sich der romantischen Vorstellung von einer »allgemeinen Lebenskraft« auf der Spur, wurde aber im 19. Jahrhundert durch neuere Forschungen widerlegt.

Die erste Überlieferung einer im weitesten Sinn musikalischen Anwendung dieser elektrischen Kraftwirkungen nun stammt aus dem Jahr 1730, wurde also bereits 50 Jahre vor dem spektakulären Froschschenkelzucken Luigi Galvanis erprobt. Sie geht auf den tschechischen Erfinder Pater Prokopius Diviš aus Prendnitz bei Znaim zurück, der durch die erste Anwendung des Blitzableiters in Europa von sich reden machte. Er konstruierte ein sogenanntes Mutations-

orchestrieren mit dem Namen »Denis d'or«. Seine Versuche sorgten für einiges Aufsehen in der Öffentlichkeit. Nach Curt Sachs' Reallexikon der Musikinstrumente konnten darauf die Töne ziemlich aller Blas- und Saiteninstrumente nachgeahmt werden. Wenn auch nahezu nichts über die genaue technische Wirkungsweise dieses Instrumentes überliefert ist, so findet eine besonders spektakuläre konstruktive Finesse bei Sachs dennoch Erwähnung:

Auch war ein unzeitiger und ortswidriger Scherz dabei angebracht, indem der Spieler des Instruments so oft einen elektrischen Schlag erhielt, als der Erfinder es wollte. Das einzige Exemplar, welches Diviš verfertigte, kaufte der Prälat vom Bruck, Georg Lambeck, der dann, solange er lebte, zu dessen Spielen einen besonderen Tonkünstler unterhielt.<sup>1</sup>

30 Jahre später beschrieb der französische Jesuitenpater Jean-Baptiste Laborde ein von ihm erfundenes »elektrisches Cembalo«. Hierbei handelte es sich um ein speziell präpariertes Glockenspiel, das durch elektrische Kraftwirkungen gesteuert wurde. Es nutzte die Anziehungs- und Abstoßungskraft elektrisch aufgeladener Pendel zum Anschlagen von Glocken und war mit einer Tastatur ausgerüstet, die für jede Glocke eine eigene Taste besaß.

Aus dem Jahr 1867 stammt ein elektromechanisches Klavier, konstruiert vom Direktor der Telegraphenfabrik Neuchâtel, Matthäus Hipp. 1876 trat in Chicago Elisha Gray, der unabhängig von Bell und zur selben Zeit das Telefon erfand, mit einem elektromusikalischen Piano ans Licht der Öffentlichkeit. Er übertrug anlässlich der Einhundertjahrfeier der Stadt Philadelphia Schwingungen von chromatisch gestimmten Stahlzungen, die auf elektromagnetischem Weg abgenommen wurden, durch Telefonleitungen. Ein erstes Patent auf dem Gebiet elektrischer Klangerzeugung wurde 1885 an Ernst Lorenz aus Frankfurt am Main erteilt. Er schlug für die Tonerzeugung den elektromagnetischen

Selbstunterbrecher vor, wie er heute noch in Gleichstromklingeln Verwendung findet. Auch eine Art Lautsprecher beinhaltete seine Patentschrift bereits. In Boston erfanden zu Beginn des 20. Jahrhunderts Melvin L. Severy und George B. Sinclair ein zweimanualiges Klavierinstrument, dessen Metallsaiten nicht durch eine Hammermechanik, sondern durch Elektromagneten in Schwingung versetzt wurden. Sie nannten es »Choralcello« und versuchten damit den Klang bekannter Orchesterinstrumente zu imitieren. Klangfarbenänderungen der schwingenden Saiten erreichten sie mit Hilfe von Wechselströmen, deren Frequenzen unter den Schwingungsfrequenzen der jeweiligen Saiten lagen.

Die Neuzeit des elektronischen Instrumentenbaus leitete eine Erfindung ein, die in nahezu jeder Beziehung ungewöhnlich war. Dabei beabsichtigte der Konstrukteur weniger die Schaffung bestaunenswerter Kuriosa, sondern ging von pragmatischen Forderungen aus: Technisch auf der Höhe der Zeit und völlige Kontrolle der Töne durch den Spieler. So lauteten die erklärten Ziele des Amerikaners Thaddeus Cahill (1867–1934). Um 1900 stellte er in Washington den Prototyp einer 200 Tonnen schweren Orgelmaschine vor, die er »Dynamophone« nannte. Doch nicht nur das Instrument, auch der Konstrukteur selbst war eine außergewöhnliche Person. Verkörperte er doch den Typ des professionellen Erfinders, der sich – als ausgebildeter Jurist – ebenso fachkundig um die Vermarktung seiner Konstruktionen bemühte. Das Dynamophone war ohne Zweifel seine spektakulärste, nicht aber seine einzige Erfindung. Bekannt wurde er vor allem durch den Bau der ersten elektrischen Schreibmaschine und die Entwicklung der Idee zur industriellen Musikberieselung an öffentlichen Orten, später »Muzak« genannt, die sich folgerichtig aus seinen Vorstellungen über den Einsatz seines Dynamophones ergab. Für die Konstruktion des Dynamophones, das auch unter dem Namen »Telharmonium« bekannt wurde, waren drei

wissenschaftlich-technische Voraussetzungen nötig: Zunächst die Erkenntnis, daß auch komplexe Töne durch Addition einzelner Sinusschwingungen erzeugbar sind, wie es Hermann von Helmholtz in seiner 1863 erschienenen *Lehre von den Tonempfindungen* demonstriert hatte. Dazu kam die Erfindung des elektrischen Generators zur Erzeugung von sinusförmigen Wechselströmen und schließlich die Erfindung des Telefons 1861. Cahill erdachte und baute seine Maschine, bevor es elektronische Verstärker gab. Die Elektronenröhre wurde erst ein halbes Jahrzehnt später durch Robert von Lieben und Lee de Forest erfunden. Daher mußte er für jeden Ton einen riesigen dampfgetriebenen

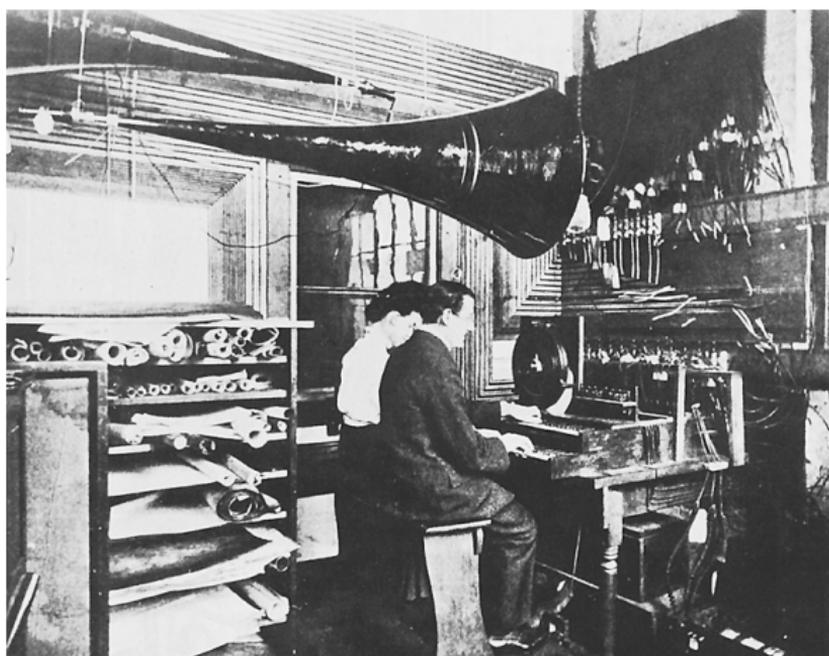


Abb. 1 Das um 1900 von Thaddeus Cahill konstruierte Dynamophone zählt zu den spektakulärsten elektronischen Musikinstrumenten.

Wechselstromerzeuger benutzen, der ihm die sinusförmigen Ausgangsspannungen lieferte. Dieses Prinzip des Zahnradgenerators erwies sich schließlich als zukunftsweisend, verhalf es doch gut 30 Jahre später Laurens Hammond in Chicago bei der Konstruktion seiner Orgel zu großem kommerziellem Erfolg.

Bei der Klangformung des Dynamophones kam das additive Verfahren zur Anwendung, d. h., der Spieler hatte die Möglichkeit, ihm musikalisch verwendbar erscheinende Klangfarben durch Schalter zu kombinieren. Das Instrument produzierte Klänge mit veränderbarem Obertongehalt in einem Bereich von fünf Oktaven, wobei es dem Konstrukteur vor allem um die Imitation von bekannten Orchesterklangfarben ging. Zur Steuerung der Parameter Tonhöhe, Klangfarbe, Lautstärke und »Artikulation« verfügte das Instrument über zwei anschlagsdynamische Tastaturen sowie eine Pedaltastatur.

Erste Konzerte mit dem Prototyp des Dynamophones um 1900 in Washington wurden – in Ermangelung geeigneter Übertragungsmöglichkeiten – über das städtische Telefonnetz ausgestrahlt. Hier lag auch der Grund für die gigantischen Ausmaße des Instruments: Die Generatoren mußten die ständigen Spannungsverluste im Telefonnetz wieder ausgleichen. Insgesamt produzierten die 35 Stromerzeuger eine Leistung von über 10 000 Watt, was auch die 200 Tonnen Gewicht des Instrumentes erklärt.

Die Idee, das Telefon für die Übertragung von Konzerten oder Opern zu nutzen, ist weniger exotisch, als sie heute, da das Telefon zum profanen Alltagsgerät geworden ist, erscheinen mag. Nachrichten übertrug man damals schnell und zuverlässig mit dem Telegraphen, einer der wichtigsten technischen Errungenschaften des 19. Jahrhunderts. Wozu sollte man diese Nachrichten nochmals am Telefon wiederholen? Also hörte man in vielen großen Städten um die Jahrhundertwende am Telefonhörer vor allem Musik. In

London gab es das Electrophone, in Paris das Théâtrophone, in Delaware das Tel-Musici, und in Budapest hörte man bis 1945 Hírmondó. Auch in Deutschland gab es vergleichbares; in München konnte man bis 1929 Musik am Hörer genießen, bis diese Übertragungsform schließlich durch den Hörfunk obsolet wurde.

Thaddeus Cahill war also nicht der Erfinder musikalischer Telefonübertragungen, nutzte sie aber geschickt für seine Zwecke. Die ersten Dynamophone-Konzerte hatten vor allem ein Ziel: Investoren anzulocken, welche diese neue Art der Musikerzeugung für renditeträchtig hielten. Es gab zahlreiche positive Reaktionen in der Öffentlichkeit, was sich auch in einer entsprechenden Investitionsbereitschaft niederschlug. Dadurch wurde es möglich, ein neues, technisch weiterentwickeltes Modell des Dynamophones zu bauen, das nach seiner Fertigstellung 1906 in Holyoke, Massachusetts, auf nicht weniger als 30 Eisenbahnwagen gen New York transportiert wurde. Dort wurde das Instrument in einem eigens dafür präparierten Saal, der »Telharmonium Hall«, aufgestellt. Cahill gründete eine Gesellschaft, die New York Electric Music Company, mit dem Ziel, Live-Aufführungen »populärer Klassik« für zahlende Hörer am Telefon zu veranstalten. Als beitragszahlendes Mitglied dieser Gesellschaft konnte man die Telefonkonzerte Cahills »abonnieren«. Die Gesellschaft war zunächst ein großer Erfolg. Beim ersten Konzert zur Einweihung der Telharmonium Hall im September 1906 hatte Cahills Gesellschaft bereits etwa 900 Mitglieder. Diese Zahl wollte er so schnell wie möglich auf Tausende von Mitgliedern ausweiten. Dazu beabsichtigte er nicht nur ein, sondern vier verschiedene Dynamophone-Programme gleichzeitig anzubieten, die sich stilistisch an jeweils spezielle Hörertypen wenden sollten.

Dazu kam es jedoch nicht mehr. Es gab vielfältige technische und auch rechtliche Probleme, so daß immer mehr Mitglieder der Gesellschaft – nachdem der Sensationscharakter

abnahm – ihr Interesse verloren. Vor allem die Telefon-Übertragung erwies sich als technisch problematisch. Viele Telefonteilnehmer beklagten sich über Störungen des Gesprächsverkehrs. Zum endgültigen Eklat soll es gekommen sein, als sich einer der Sponsoren Cahills, der einflußreiche J. P. Morgan, bei der Telefongesellschaft über die Beeinträchtigung eines seiner Gespräche durch Musikübertragungen des Dynamophones beschwerte. Gewichtiger mag eine andere Ursache gewesen sein: Einer der Interpreten berichtet über den Klangcharakter des Dynamophones:

Trotz aller Variabilität der verfügbaren Klangfarben hatte das Instrument seinen eigenen, alles durchdringenden speziellen Klangcharakter, der mit der Zeit stark auf die Nerven ging.<sup>2</sup>

Damit war um 1911 das Schicksal dieser »außergewöhnlichen Erfindung zur Herstellung wissenschaftlich vollkommener Musik«, wie ein zeitgenössisches Magazin zu berichten wußte<sup>3</sup>, besiegelt.

Bemerkenswert an der Entwicklung des Dynamophones war vor allem die Tatsache, daß die Übertragung mittels Telefon – ursprünglich in Ermangelung geeigneter technischer Alternativen als notwendiges Übel gewählt – sich immer mehr als Vorteil bei der Durchsetzung der wirtschaftlichen Interessen Cahills und seiner Investoren erwies. Ging es dem Erfinder zu Beginn noch primär um die Aufführung von traditionellem musikalischem Repertoire mit modernen technischen Mitteln, so trat zunehmend die Idee der direkten und kostenpflichtigen Lieferung von Musik an Haushalte und Büros in den Vordergrund. Das Telefon war dafür das geeignete Mittel, da es, im Gegensatz zum später entstandenen Hörfunk, eine individuelle Abrechnung der in Anspruch genommenen Leistungen ermöglichte. Damit war Thaddeus Cahill einer der ersten, der das wirtschaftliche Potential eines Kabelnetzes erkannte und für sich zu nutzen versuchte. Eine alte Idee also, die heute zahllosen

Pay-TV-Kanälen rund um den Erdball zu ihrem Einkommen verhilft und in Verbindung mit den Multimedia-Datennetzen im Computerbereich bei Netzbetreibern und Anbietern von Netzdiensten für eine rosige Gegenwart und Zukunft sorgt.

### Klänge aus der Luft

In den frühen zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts begann man in der damals neu gegründeten Sowjetunion, sich mit elektronischer Klangerzeugung zu befassen. Dies war Teil eines allgemeinen Aufbruchs, der besonders nach der Oktoberrevolution von 1917 und dem Ende des Ersten Weltkrieges und vor allem im künstlerischen Bereich spürbar war. Viele russische Künstler pendelten bereits seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts zwischen ihrer Heimat und dem Westen. So begann Wassily Kandinsky um 1900 in München seine Karriere als Maler, und Sergej Diaghilew präsentierte 1909 erstmals seine »Ballets russes« in Paris, um sich schließlich – nach ausgedehnten Tournéeen durch Europa und Amerika – vollständig dort niederzulassen. Auch Marc Chagall reiste 1910 erstmals an die Seine, um dort für ihn fremdartige kubistische Bilder zu sehen. Igor Strawinsky fuhr im selben Jahr in die Schweiz und begann dort mit der Arbeit an seinem *Sacre du Printemps*.

Die radikalen Umwälzungen der russischen Revolution, der totale Bruch mit Tradition und bisheriger Geschichte, ließ viele Künstler nach neuen Ausdrucksformen suchen, was sich vor allem in einer veränderten Auswahl und Behandlung des Materials zeigte. Der Konstruktivismus entstand, und auch der Russische Formalismus als ästhetisches Programm in Literatur und Musik sorgte innerhalb Ruß-

lands und im Westen gleichermaßen für Aufsehen. Diese produktive und folgenreiche Phase, in der die russische Kunst der des Westens neue Impulse gab – und umgekehrt – fand ein jähes Ende. Als Lenin 1924 an den Folgen eines auf ihn verübten Attentates starb und Stalin seine Nachfolge antrat, verschlechterten sich insbesondere auch die Arbeitsbedingungen für Künstler rapide. »Formalismus« avancierte vom Stilmittel zum Schimpfwort, und das Zeitalter des »sozialistischen Realismus« mit seinem Ideal neoklassizistischer Volkstümelei begann jede Innovation im Keim zu ersticken. Doch davon war am 7. Oktober 1921 noch nichts zu spüren. Die *Prawda* berichtete an diesem Tag über die Vorführung eines neuartigen Musikinstrumentes auf dem »8. Allrussischen Elektrotechnischen Kongreß« in Moskau folgendes:

In der Abendsitzung der vereinigten Sektionen des Kongresses wurde ein äußerst interessanter Vortrag des Ingenieurs Termen über einen Tongenerator neuester Konstruktion und seine Anwendung auf dem Gebiet der Wiedergabe von Klangeffekten angehört. Genosse Termen erklärte die Konstruktion des Tongenerators, wies auf die Möglichkeiten hin, auf elektrischem Wege musikalische Klänge wiederzugeben, und demonstrierte verblüffende Versuche: Er bewegte die Hand in der Luft vor einem Metallschirm und erzeugte dadurch Töne von einer Membran, die in einem Stromkreis geschaltet war. Die Höhe der Töne wurde durch den Abstand der Hand vom Schirm geregelt [. . .].<sup>4</sup>

Der Mann, der auf diese eindrucksvolle Weise von sich reden machte, war der gerade 25jährige Ingenieur Lew Sergejewitsch Termen<sup>5</sup>, 1896 in St. Petersburg als Sohn einer aus Südfrankreich stammenden hugenottischen Adelsfamilie geboren.<sup>6</sup> Seine Mutter förderte früh sein Interesse für Musik und Literatur. Sein Vater motivierte ihn zur Beschäfti-

gung mit Naturwissenschaft, so daß er bereits in früher Kindheit elektrische Versuche anstellte. Da er zu dieser Zeit auch Instrumentalunterricht auf einem Violoncello zu absolvieren hatte, begann er bereits frühzeitig darüber nachzudenken, wie man wohl ein Musikinstrument auch ohne große körperliche Anstrengung spielen könnte. Er träumte davon, ein Instrument zu bauen, das sich nicht der mechanischen Einwirkung der Hände unterordnet, sondern auf deren freie Bewegung im Raum reagiert und den in der Phantasie entstandenen Gedanken folgt.<sup>7</sup> Die praktische Umsetzung dieser Idee sollte jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Bis dahin absolvierte er ein stattliches Ausbildungspensum. An der Universität von St. Petersburg studierte er Physik und Astronomie, an der dortigen Militärhochschule Funktechnik, am Konservatorium seiner Heimatstadt Musiktheorie und Cello. Er wurde Offizier in der Armee des Zaren, doch noch während seines Studiums veränderte die Revolution alles um ihn herum.

Um 1918 experimentierte er mit Geräten für den Empfang von Radiowellen und entdeckte dabei durch Zufall Töne, die das vermeintliche Empfangsgerät selbst hervorbrachte. Er begann, dieses Phänomen genauer zu untersuchen, und fand so schließlich in der Tat eine praktikable Möglichkeit, ohne jeden mechanischen Aufwand Töne und Klänge zu erzeugen und zu steuern. 1920 folgten erste öffentliche Vorführungen des von ihm in der Zwischenzeit auf der Grundlage seiner Versuche konstruierten Musikinstrumentes, welches in Europa unter dem Namen »Ätherophon« bekannt wurde. Die beschwörenden Gesten, welche der Spieler vollführen mußte, um diesem Gerät Töne zu entlocken – die er quasi »aus dem Äther« holte – sind aller Wahrscheinlichkeit nach die Ursache für diese Bezeichnung. In der Presse findet sich auch der Name »Termenvox« für dieses Instrument, was wohl als ironische Anlehnung an das Phono-Label »His Masters Voice« zu verstehen ist.<sup>8</sup>

Technisch gesehen hatte Termen mit seinem Ätherophon