



Das Sounddesign im deutschen Spielfilm

Psychoakustische Verfahren der Geräuschkonzeption von der Nachkriegs- bis zur Neuzeit

Mario Brauch

Mario Brauch

**Das Sounddesign im
deutschen Spielfilm**

Mario Brauch

Das Sounddesign im deutschen Spielfilm

**Psychoakustische Verfahren der
Geräuschkonzeption von der Nachkriegs-
bis zur Neuzeit**

Tectum Verlag

Mario Brauch

Das Sounddesign im deutschen Spielfilm. Psychoakustische Verfahren
der Geräuschkonzeption von der Nachkriegs- bis zur Neuzeit

Zugl. Diss. Pädagogische Hochschule Karlsruhe 2011

Umschlagabbildung: © rare - Fotolia.com

© Tectum Verlag Marburg, 2012

ISBN 978-3-8288-5772-8

(Dieser Titel ist zugleich als gedrucktes Buch unter der
ISBN 978-3-8288-2992-3 im Tectum Verlag erschienen.)

Besuchen Sie uns im Internet

www.tectum-verlag.de

www.facebook.com/tectum.verlag

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind
im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	IX
EINLEITUNG	1
ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE.....	5
I GRUNDLAGEN ZUR ENTSTEHUNG UND WAHRNEHMUNG VON SOUNDEREIGNISSEN	7
1. Die Entwicklung der elektronischen Klangerzeugung	7
1.1 Frühe Anfänge – Das Dynamophon	8
1.2 Wege geistig-ästhetischer Rückbesinnung	9
1.3 Klangsynthese durch Hochfrequenzoszillatoren – elektronische Instrumentalentwicklungen in Deutschland	11
1.3.1 Internationale Entwicklungen.....	11
1.3.2 Jörg Mager – Elektrophon.....	13
1.3.3 Friedrich Trautwein – Trautonium	15
1.4 Der Weg zum Tonfilm – Das fotoelektrische Prinzip.....	16
1.5 Analoge Synthesizer.....	17
1.6 Digitale Klangsynthese	20
2. Sounds im Fokus der Kulturanthropologie.....	23
2.1 Elektrifizierung der Kunstmusik.....	23
2.2 Sounddesign im Film	31
2.3 Entwicklung filmischer Tontechnik.....	41
2.3.1 Analoger Mehrkanalton	42
2.3.2 Dolby Digital, DTS und SDDS.....	44

3. Der Klang und seine Wahrnehmung.....	47
3.1 Funktionen des Hörsystems.....	47
3.2 Übertragung des Schalls	48
3.3 Schwingungsmuster und Geräuschfrequenzen	49
3.4 Aufbau des Gehörs.....	52
3.5 Interpretation komplexer Schallereignisse	54
3.5.1 Die Wahrnehmung der Lautstärke	54
3.5.2 Frequenz und Periodizität	60
3.5.3 Zeit und Raum.....	62
3.5.4 Klangfarbe	66
II DAS SOUNDDESIGN IM DEUTSCHEN FILM.....	69
4. Filmentwicklung in Deutschland	69
4.1 Geschichte.....	69
4.2 Entwicklung der Filmmusik.....	73
4.3 Beispiele vergleichender Filmwerke – musikdramaturgische Interpretationen.....	75
4.3.1 Das doppelte Lottchen	75
4.3.2 Canaris.....	77
4.3.3 Nachts, wenn der Teufel kam.....	77
4.3.4 Die Brücke	78
4.3.5 Filme von Alexander Kluge	80
4.3.6 Das Schaffen von Rainer Werner Fassbinder	83
4.3.7 Das Werk von Wim Wenders.....	85
4.4 Modellanalysen.....	88
4.4.1. Die Blechtrommel	88
4.4.2 Schtönk!.....	89
4.4.3 Lola rennt	90
5. Psychoakustische Wirkung von Sounddesign im deutschen Nachkriegsfilm	93
5.1 Sounddesign im Bedingungsgefüge deutscher Filmdramaturgie	95
5.1.1 Prämissen	95

5.1.2 Magnetisierung von Sounddesign und Filmbild.....	97
5.1.3 Klang und Geräusch – die Verbindung von Sounddesign und Filmmusik.....	105
5.1.4 Modellanalyse: Erbsen auf halb 6	112
5.2 Reproduzierbarkeit von Lautereignissen	115
5.3 Lärm und Stille.....	118
6. Sounddesign im funktionalen Bezug.....	123
6.1 Syntax	124
6.2 Expressivität	127
6.3 Dramaturgie	131
6.3.1 Sounddesign als Mittel der Spannungserzeugung	132
6.3.2 Szenische Interpretation/Kommentar.....	137
6.3.3 Akustische Ankündigung von Filminhalten	139
7. Die Typologie von Lautereignissen im Kontext des Bedingungsgefüges	143
7.1 Organisierte Sounds.....	145
7.1.1 Schritte	148
7.1.2 Türen	155
7.1.3 Signale.....	164
7.1.4 Uhren.....	168
7.1.5 Glocken	174
7.2 Organische Sounds	178
7.2.1 Herz- und Atemgeräusche.....	180
7.2.2 Sprachkommentare.....	186
7.2.3 Tierlaute	190
7.3 Opake Sounds.....	193
7.3.1 Elektronische Cluster	195
7.3.2 Elektronisches Summen	198
7.3.3 Rauschen.....	199
7.3.4 Partikular unbestimmbare Sounds	203
8. Typisierung von Geräuschwirkungen.....	205

III EMPIRISCHE STUDIE	209
9. Fragestellungen und Hypothesen	209
10. Methode	215
10.1 Studiendurchführung	215
10.2 Fragebogenentwicklung und Operationalisierung	216
10.2.1 Konzeption und Überprüfung des Fragebogens	216
10.2.2 Erhobene Variablen	217
10.3 Statistische Analysen.....	220
11. Ergebnisse	221
11.1 Beschreibung der Stichprobe	221
11.2 Reproduzierbarkeit von bekannten Lautereignissen.....	225
11.3 Reproduzierbarkeit von opaken Lautereignissen	226
11.4 Frequenzabhängige Geräuschwirkungen.....	228
11.5 Manipulationen des Geräuscheinflusses	231
11.6. Interaktion von Sounddesign und Filmbild	234
11.7. Auswirkungen der Geräuschlautstärke	234
12. Diskussion	237
12.1 Forschungsfrage und Zusammenfassung der Ergebnisse.....	237
12.2 Diskussion der Befunde.....	237
12.2.1 Soziokulturelle Einflüsse auf die Geräuschrezeption	237
12.2.2 Psychophysische Eigenschaften von Geräuschwirkungen	239
12.2.3 Audiovisuelle Interaktionen.....	244
12.3 Limitationen der Studie.....	244
13. Zusammenfassung und Ausblick.....	247
IV Anhang	251
Darstellungsverzeichnis.....	268
Abkürzungsverzeichnis.....	271
Literaturverzeichnis	273

VORWORT

Die vorliegende Arbeit wurde durch ein Stipendium der Landesgraduiertenförderung Baden-Württemberg unterstützt. Dieses hat es mir nicht nur ermöglicht meinen Fokus einzig und allein auf das Promotionsvorhaben zu konzentrieren, sondern gleichwohl durch seinen ideellen Wert zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Hierfür möchte ich mich insbesondere bei der Forschungskommission der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe unter dem Vorsitz von Prorektorin Frau Prof. Dr. Gabriele Weigand recht herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Josef Kloppenburg. Mit seiner außergewöhnlichen didaktischen und fachwissenschaftlichen Kenntnis hat er im Verlauf meines Studiums nicht nur mein Interesse für die Akustik filmischer Tonspuren geweckt und damit den Fortgang dieser Arbeit maßgeblich beeinflusst, sondern er stand mir auch im Verlauf meiner Forschungen zum Sounddesign im deutschen Spielfilm in stets aufopfernder Art engagiert zur Seite.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Thomas A. Troge, der durch die Begutachtung des Dissertationsprojekts nicht nur einen entscheidenden Beitrag zur Aufnahme in das Landesgraduiertenförderungsprogramm leistete, sondern der sich ebenfalls zur Erstellung des Zweitgutachtens bereit erklärte.

Bedanken möchte ich mich ferner bei den zahlreichen Freunden und Bekannten, die auf vielfältige Art und Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Hervorzuheben ist insbesondere Frau Dipl.-Inform. Med. Christina Bock, M. sc., die mir sowohl bei der Gestaltung und den statistischen Auswertungen der empirischen Studie unermüdlich zur Seite stand, aber auch ein kompetenter Ansprechpartner im Bezug auf die wissenschaftliche Ausgestaltung dieser Arbeit war. Dank gebührt des Weiteren Herrn B.A. Rouven Haaf für die zeitintensive Durchsicht des Manuskripts und die äußerst wertvollen Verbesserungsvorschläge.

Schließlich, aber keineswegs zuletzt, möchte ich meinen Eltern Bruno und Anni Brauch danken, die den größten Anteil am Gelingen dieser Arbeit tragen. Sie haben mich auf dem langen Weg meiner Schul- und

Studiendauer nicht nur finanziell, materiell und geistig unterstützt, sondern sind mir mit Rat und Tat sowie mit stets größtem Verständnis vorbehaltlos zur Seite gestanden. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet.

Karlsruhe, im Juli 2011

Mario Brauch

Wir erklären unseren Anspruch, den neuen deutschen Spielfilm zu schaffen. Dieser neue Film braucht neue Freiheiten. [...] Wir haben von der Produktion des neuen deutschen Films konkrete, geistige, formale und wirtschaftliche Vorstellungen. [...] Der alte Film ist tot. Wir glauben an den neuen.¹

EINLEITUNG

Die Filmmusik hat seit der Entwicklung der Kinematographie stets große Beachtung und Entwicklung erfahren. Mit ihren verschiedenartigen Wirkungsweisen, Funktionen und Techniken beeinflusst sie das emotionale Befinden der Kinozuschauer welches gleichwohl zu Tränen röhren, aber auch Aggressionen und Ängste verursachen kann. Im Verlauf der internationalen Filmentwicklung, der Industrialisierung und im Allgemeinen mit Veränderung der globalen Lautosphäre haben sich die Variationen des funktionalen Filmmusikeinsatzes vervielfacht, modernisiert und schließlich im Sounddesign vervollständigt.

Im deutschen Filmschaffen werden diese Entwicklungen insbesondere nach Bekanntgabe des Oberhausener Manifests und dem Wandel geistiger Konzepte seit Mitte des 20. Jahrhunderts deutlich. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges befreite sich der Film von vormaligen politischen, gesellschaftlichen und künstlerischen Einschränkungen und verjüngte sein ästhetisches Verständnis in den Werken des *Neuen Deutschen Films*. Die Tonspurenweiteten den Umfang an dramaturgischen Filmmusikeinsätzen aus, integrierten funktionale Lautereignisse in das Tonschaffen und abstrahierten sich ferner von den Bilddarstellungen der Kinoleinwände. Unbeschadet diverser Vorreiter, vergegenwärtigten sich diese Veränderungen vor allem im Film *Abschied von gestern* von Alexander Kluge, welcher fortan Vorbildfunktion für das deutsche Filmschaffen übernahm.

¹ VIII. Westdeutsche Kurzfilmtage: *Bericht 1962, 1963*, S. 119.

In besonderem Maße gründeten diese Entwicklungen auf den technischen Fortschritten im Bezug auf die Konzeption von audiovisuellen Aufnahme- und Wiedergabegeräten bereits seit dem frühen 19. Jahrhundert. Instrumentalentwicklungen und neuartige Verfahren zur Synchronisation von Bild und Ton veränderten die theoretischen Verständnisse derart, dass sie sich in modernen und richtungsweisenden Ergebnissen verwirklichten. Insbesondere der Einfluss von elektronischen Klangerzeugern prägte nicht nur die Musikentwicklung im 20. Jahrhundert nachhaltig, sondern wirkte sich gleichwohl auf die Technologien der Bild- und Tonreproduktion und die Dramaturgie von Klang- und Lautereignissen aus. Dies zeigte sich nicht nur im Umgang mit musikalischen Motiven, wie etwa den elektronisch bearbeiteten Klavierklängen im Film *Die Brücke* aus dem Jahre 1958, sondern auch in der Zunahme an dramaturgischen Lautereignissen auf den Tonspuren der ganzen Welt. Dieser Geräuschzuwachs beschränkte sich nicht ausschließlich auf natürliche, kulturelle oder soziale Umwelten², sondern vielmehr auch auf die künstlerische Ästhetik in den audiovisuellen Medien. Geräusche wurden vor allem seit den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts nicht mehr ausschließlich als Attachements zu den visuellen Darstellungen der Leinwände verstanden um etwa historischen, pragmatischen, ästhetischen, psychologischen oder anthropologischen Argumenten zu genügen³, sondern um zunehmend eigenständige funktionale Aufgaben zu übernehmen.

Vor allem die Computertechnologie beeinflusste die Tonsynchronisation und desgleichen die Psychoakustik von Lautereignissen im Film zu der heute üblichen Mannigfaltigkeit an akustischen Gestaltungsmöglichkeiten. Ihre Erfindung erlaubte nicht nur die einfache Bearbeitung von Schallsignalen durch eine unüberschaubare Vielfalt an Hard- und Softwareeffekten, sondern stattete die Geräuscharchive der Sounddesigner ferner mit einem Überfluss an gesampleten Sounds aus.⁴ Lautereignissen jeglicher Art war es plötzlich möglich geworden räumliche Grenzen zu überwinden, unvereinbar scheinende Lautsphären miteinander zu verknüpfen und dem künstlerischen Ideenreichtum der Sounddesigner zu neuer Qualität aufzuhelfen. Der gesamte Umfang an globalen Sounds stand als digitalisierte Kopie nicht nur barrierefrei, sondern gleichwohl kostengünstig zur Verfügung und steigerte den dramaturgischen Lauteinsatz erheblich. Nicht ohne Grund sind insbesondere seit den 1970er Jahren funktional verwendete Geräusche auf den Tonspuren deutscher

² Vgl. Rudolph: *Akustik Design*, 1993, S. 38.

³ Vgl. Bullerjahn: *Stummfilm*, 2000, S. 60ff.

⁴ Vgl. Raffaseder: *Audiodesign*, 2010, S. 186ff.

Nachkriegsfilme zu finden, welche nicht nur die Darstellungen der Filmbilder begleiten, sondern einzelne Szenen oder die Filmhandlung im Allgemeinen intensivieren, deuten oder miteinander verbinden.

Die vorliegende Arbeit erörtert diese Funktionen anhand ästhetischer Beurteilungsmethoden an Beispielen des deutschen Filmschaffens und kategorisiert die Sounds von sechzig deutschen Nachkriegsfilmen entsprechend ihrer psychoakustischen Wirkung. Es wird die Basis dafür geschaffen, Rückschlüsse auf die heutige Geräuschverwendung, maßgeblich durch die theoretische Erarbeitung der Filmentwicklung in Deutschland, den physiologischen Eigenschaften der Gehörwahrnehmung, wie auch der historischen Entwicklung des Sounddesigns, zu gewinnen. Geräuschanalysen untersuchen hierzu dramaturgische Lautereignisse auf ihre emotionale Wirkung, den Erfahrungshintergrund der Rezipienten, ihre Interaktion mit dem Filmbild als auch den subjektiven Klangeigenschaften. Dass die Reproduzierbarkeit einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Psychoakustik von Lautereignissen ausübt und ferner als konstitutiv angesehen werden muss, veranschaulicht bereits die *Kritik der reinen Vernunft* von Immanuel Kant:

Dass alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anfange, daran ist gar kein Zweifel; denn wodurch sollte das Erkenntnisvermögen sonst zur Ausübung erweckt werden, geschähe es nicht durch Gegenstände, die unsere Sinne rühren und teils von selbst Vorstellungen bewirken, diese zu vergleichen, sie zu verknüpfen oder zu trennen, und so den rohen Stoff sinnlicher Eindrücke zu einer Erkenntnis der Gegenstände zu verarbeiten, die Erfahrung heißt?⁵

Was Immanuel Kant als Theorie der Erkenntnis bereits im 18. Jahrhundert annahm, scheint auch im deutschen Filmschaffen nahezu drei Jahrhunderte später zuzutreffen. Die Wirkung und Funktionalität von Lautereignissen basiert neben der Interaktion der Tonspur mit den Bildern des Films in erster Instanz auf ihrer Reproduzierbarkeit und damit der Identifikation der Sounds unter Berücksichtigung von subjektiven Erfahrungshintergründen. Gleichbedeutend stellt auch Raffaseder fest, dass die Sinne „[...] in sich geschlossene Reizqualitäten [liefern], die bei gleichzeitiger Wahrnehmung sofort aufeinander bezogen und mit subjektiven Erinnerungen, Erfahrungen und Erwartungshaltungen verglichen werden.“⁶

Die Geräuschwirkungen des Films scheinen demnach einem Geflecht von Interaktionen zu entspringen, welches die Reproduzierbarkeit als Ausgangspunkt versteht. Die nachfolgenden Hintergründe und Ana-

⁵ Kant: *Kritik der reinen Vernunft*, 2009, S. 20.

⁶ Raffaseder: *Audiodesign*, 2010, S. 18.

lysen erörtern diese Eindrücke, positionieren sie in einem theoretischen Kontext und untersuchen sie abschließend anhand einer empirischen Studie. Diese zielt darauf ab, theoretische Erkenntnisse dieser Arbeit zu verifizieren, Besonderheiten des deutschen Filmschaffens herauszustellen und allgemeingültige Aussagen über das Wirkungsvermögen des Sounddesigns zu treffen.

ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE

Die moderne filmische Tonspur findet wissenschaftlich nur wenig Beachtung.⁷ Geräusche, Klänge oder selbst wenig identifizierbare Klangobjekte werden während der Filmrezeption als natürliche Erscheinungen verstanden. Dabei ist die Konstruktion dieser Schalle durchaus komplex und äußerst bewusst gestaltet, um die psychologische Manipulation des Kinonozuschauers zu perfektionieren. Besonders die Tonspuren deutscher Spielfilme sind diesbezüglich bislang wissenschaftlich unerforscht.

Das Ziel meiner Arbeit ist es,

- den Ursprung des Sounddesigns im Hinblick auf historische, technische und kompositorische Entwicklungen darzustellen,
- die Grundlagen des Klangs auszuarbeiten und psychoakustische Wirkungen im Bezug auf die Schallzusammensetzung aus Frequenz, Lautstärke und Zeit sowie den physiologischen Bedingungen des menschlichen Gehörs zu berücksichtigen,
- die Entwicklung des deutschen Spielfilms und die komplexe Architektur seiner Tonspur seit der Nachkriegszeit zu untersuchen,
- Schallereignisse im Hinblick auf klangliche Eigenschaften in ihrem Bedingungsgefüge zu typisieren,
- die Wirkung von Lautereignissen anhand einer deduktiv-empirischen Studie zu verifizieren und Rückschlüsse über Zusammenhänge, Abläufe, Ursachen und/oder Gesetzmäßigkeiten bereitzustellen.⁸

Im Mittelpunkt meiner Untersuchungen stehen die Transkriptionen einer Auswahl deutscher Filmwerke, welche als Spiegelbilder der Entwicklung einer Geräuschkunst im deutschen Film der Nachkriegszeit notwendige Informationen zum Umfang und der Dramaturgie von Lautereignissen bereitstellen. Vor allem um einer Subjektivität hinsichtlich thematischer

⁷ Wissenschaftliche Literatur zur Filmmusik ausgenommen.

⁸ Vgl. Raithel: *Quantitative Forschung*, 2008, S.11.

Inhalte, bestimmter Filmautoren und Filmgenres als auch weiteren emotional beeinflussten Effekten hinreichend zu entgegnen, dient der *Deutsche Filmpreis* als Referenz des ausgezeichneten Filmschaffens seit seiner Initiierung im Jahre 1951. Dass ich bei der Filmauswahl der Kategorie „Bester Spielfilm“ mehr Gewicht beimesse als im Speziellen für ihre Film-musik ausgezeichnete Filme zu beachten ist kein Zufall; mein Bestreben konzentriert sich im Wesentlichen darauf, die Geschichte des deutschen Filmschaffens substantiell zu erfassen und Pointierungen herausragender musikästhetischer Werke zu vermeiden. Es wird nun vielmehr der Querschnitt der deutschen Kinopraxis zur Grundlage dienen, welcher durch die gegenwärtigen Auszeichnungen die zeitweilige Binnenstruktur der deutschen Gesellschaft repräsentiert. Dies verdeutlicht sich insbesondere durch die Tatsache, dass aus Gründen mangelnder Qualität im Jahre 1961 kein Film als „Bester Spielfilm“ durch das *Bundesministerium des Innern* ausgezeichnet werden konnte. Diese individuellen Merkmale deutscher Filmentwicklung werde ich erfassen und mit der Entwicklung des Sounddesigns in Verbindung bringen.

Entsprechend habe ich mich bei meinen Forschungen darauf fokussiert, die Tonspuren von sechzig Deutschen Filmpreisträgern zu transkribieren und ihre Lautereignisse in einem Zeitraum von 1951 bis heute unter historischen und psychoakustischen Gesichtspunkten zu untersuchen. Dies erlaubt mir sowohl quantitative als auch qualitative Merkmale des Sounddesigns im deutschen Film zu objektivieren und diese einer genaueren Analyse zuzuführen. Während ich die Entwicklung des Sounddesigns vornehmlich unter Berücksichtigung technischer und kulturanthropologischer Sichtweisen aufzeige, erfolgt die psychoakustische Bewertung von Sounds auf der Grundlage spektralanalytischer Verfahren. Diese visualisieren die Besonderheiten von filmischen Lautereignissen und machen sie im Detail vergleichbar. Rückschlüsse auf anatomisch-physiologische Zusammenhänge des menschlichen Körpers werden diesbezüglich ebenso wenig vernachlässigt wie allgemeine Konventionen der Reproduzierbarkeit von Lautereignissen. Meine Arbeit systematisiert filmische Sounds nach Herkunft, Funktion und der Interaktion mit der Bildebene und vereint gehäuft auftretende Lautereignisse in eigens dafür geschaffenen Kategorien. Nebst der Entwicklung dieses Ordnungsprinzips gilt es ferner die Ergebnisse der Geräuschanalysen zu verifizieren. Hierzu veröffentliche ich die Ergebnisse einer deduktiv-empirischen Studie, welche die theoretisch erarbeiteten Besonderheiten des Sounddesigns rezeptionspsychologisch nachweisen.⁹

⁹ Vgl. Bullerjahn: *Wirkung von Filmmusik*, 2001, S. 64ff.

I GRUNDLAGEN ZUR ENTSTEHUNG UND WAHRNEHMUNG VON SOUNDEREIGNISSEN

1. Die Entwicklung der elektronischen Klangerzeugung

Filmische Sounds werden gegenwärtig digital produziert und verarbeitet, um eine möglichst genaue Kontrolle des Klangmaterials und seiner emotionalen Wirkung zu gewährleisten. Sowohl die Klangsynthese als auch die Klangsteuerung werden durch Computer übernommen, die durch eigens entwickelte Softwareprogramme eine exakte Positionierung von Soundelementen auf den filmischen Tonspuren erlauben. Bis zur Entwicklung derart moderner digitaler Verfahren einer Klang- und Geräuschkomposition beging das Sounddesign einen langen historischen Weg.

Am Anfang dieser Evolution standen keineswegs die Entwicklungen der Computertechnologie selbst, sondern vielmehr die frühen Versuche der elektronischen Klangerzeugung. Bereits die ersten musikalischen Experimente mit elektrischer Ladung ab dem frühen 18. Jahrhundert leiteten die Entwicklung von elektronischen Klangerzeugungsverfahren ein. Die Erfindungen *Denis d'or* von Prokopius Divis im Jahre 1730 oder auch das elektrisch gesteuerte Glockenspiel von Jean-Baptiste Laborde gelten als Anfänge einer weitreichenden Entwicklung von elektronischen Klängen.¹⁰ Auch wenn die Geräusche dieser Instrumente keiner Klangsynthese im heutigen Sinne entsprachen und sie vielmehr elektromechanische Kräfte zur Klangerzeugung nutzten, brachten ihre Erfindungen die nachfolgende Forschung dennoch entscheidend voran.

Vor allem seit der Sinustonforschung des 19. Jahrhunderts ist ein fortwährender Einfluss von elektronischen Sounds auf den zeitgenössischen Film erkennbar. Sie veränderte nicht nur die Konstruktion von Klängen grundsätzlich, sondern prägte gleichwohl revolutionäre Innova-

¹⁰ Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1995, S. 16ff.

tionen des Instrumentenbaus und die Veränderung von geistigen Musikkonzepten.

Die Entwicklung des Lichttons schuf die finale Schnittstelle zur Verbindung von Bewegtbildern mit elektronischen Klangerzeugungsverfahren und markierte den Durchbruch des Tonfilms in den 1920er Jahren.

Wenngleich der Tonfilm abschließend als amerikanische Erfindung verstanden wird, ist der Einfluss von deutschen Forschungsbemühungen keineswegs zu vernachlässigen.

Deutsche Entwickler haben in entscheidender Weise dazu beigetragen, die Konstruktion elektronischer Instrumente, die Herausbildung von analogen und digitalen Synthesizern wie auch die Entwicklung von Synchronisationsverfahren des Filmtons derart zu beeinflussen, dass ein grundsätzlicher Pionier-Anspruch Amerikas kaum statthaft scheint.

1.1 Frühe Anfänge – Das Dynamophon

Die elektronische Instrumentalentwicklung begann bereits im frühen 19. Jahrhundert mit der Erfindung des Dynamophons durch den Amerikaner Thaddeus Cahill.¹¹ Wenngleich physikalische Experimente mit Elektrizität bereits Mitte des 16. Jahrhunderts das wissenschaftliche Interesse auf sich zogen, folgten musikelektronische Forschungen erst geraume Zeit später. Zunächst galt es allgemeine Erkenntnisse über elektrische Ladungen zu gewinnen, um sie später im Instrumentenbau anwenden zu können. Die Auswirkungen dieser Forschungsbemühungen auf den Film zeigten sich erst viele Jahre später. Dennoch müssen bereits die sehr frühen experimentellen Versuchsformen als Grundlage für die gegenwärtige Verwendung von Sounds im Film verstanden werden. In der Tat war es nicht der Film selbst, der neue und ungewöhnliche Klänge geprägt hat, sondern es waren die Wünsche und Sehnsüchte nach revolutionären Konventionen des Instrumentenbaus und innovativen Kompositionsmethoden. Der Film adaptierte diese Entwicklungen und leitete damit ein neues Zeitalter kompositorischer Möglichkeiten ein, was heute insbesondere durch den enormen Zuwachs elektronisch erzeugter Klänge auf den Tonspuren nationaler und internationaler Filme nachweisbar ist.

Der Ursprung hierfür liegt, entsprechend dem heutigen Verständnis, in komplizierten und mechanisch aufwändigen Konstruktionen. Musikwissenschaftlich hat man sich darauf festgelegt, die elektronische Instrumentalentwicklung mit dem Dynamophon und seinem Entwickler Thaddeus Cahill um das Jahr 1900 beginnen zu lassen. Seine Klangerzeugung erfolgte durch die additive Klangsynthese einzelner Sinusschwingungen,

¹¹ Wandler: *Elektronische Klangerzeugung*, 2005, S. 11.

welche durch gigantische Wechselstromgeneratoren erzeugt wurden. Das Instrument zeichnete sich dementsprechend neben seiner avantgardistischen Klangerzeugung vor allem durch seine enorme Größe und ein immenses Gewicht von 200 Tonnen aus. Auch wenn der ursprüngliche Konstruktionszweck in der möglichst präzisen Nachbildung von Orchesterklangfarben lag, verwirklichte sich das Klangergebnis vielmehr in neuartigen und ungewöhnlichen Sounds.¹²

Trotz aller Variabilität der verfügbaren Klangfarben hatte das Instrument seinen eigenen, alles durchdringenden speziellen Klangcharakter, der mit der Zeit stark auf die Nerven ging.¹³

Es war „technisch auf der Höhe der Zeit [...]“ und erlaubte die „[...] völlige Kontrolle der Töne durch den Spieler.“¹⁴ Das Dynamophon war das erste elektronische Instrument, welches demnach sowohl die elektronische Erzeugung von Klängen als auch ihre präzise Kontrolle ermöglichte. Es kann als „[...] Beginn der Vorgeschichte der elektronischen Musik angesehen werden“¹⁵ und empfahl sich insbesondere für die Umsetzung von neuartigen Kompositionenformen.

1.2 Wege geistig-ästhetischer Rückbesinnung

Neben einer Vielzahl an instrumentalen Neuentwicklungen wurden die elektronischen Forschungsbemühungen des frühen 20. Jahrhunderts insbesondere durch die kognitive Rückbesinnung auf musikalische Tugenden geprägt. Als revolutionär gilt diesbezüglich der im Jahre 1907 verfasste *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst* von Ferruccio Busoni, in welchem gegenwärtige musiktheoretische Modelle grundlegend in Frage gestellt wurden.

Plötzlich, eines Tages, schien es mir klar geworden: daß die Entfaltung der Tonkunst an unseren Muskinstrumenten scheitert. Die Entfaltung des Komponisten an dem Studium der Partituren. Wenn »Schaffen«, wie ich es definiere, ein »Formen aus dem Nichts« bedeuten soll [...]; - wenn Musik [...] zur »Originalität«, nämlich zu ihrem eigenen reinen Wesen zurückstreben soll (ein »Zurück«, das das eigentliche »Vorwärts« sein muß); - wenn sie Konventionen und Formeln wie ein verbrauchtes Gewand ablegen und in schöner Nacktheit prangen soll; - diesem Drange stehen die

¹² Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1995, S 18.

¹³ Armbruster & Darter: *Electronic Music*, 1984, S. 6 zit. nach: Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1995, S. 22.

¹⁴ Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1995, S. 18.

¹⁵ Humpert: *Elektronische Musik*, 1987, S 19.

Werkzeuge zunächst im Wege. Die Instrumente sind an ihren Umfang, ihre Klangart und ihre Ausführungsmöglichkeiten festgekettet, und ihre hundert Ketten müssen den Schaffenwollenden mitfesseln.¹⁶

Nicht ohne damit auf Kritik gestoßen zu sein, hinterfragte Busoni eine Vielzahl musikalischer Kompositionsformen und erwarb sich dadurch den Ruf eines Futuristen; wenngleich er mit seiner provokativen Situationsanalyse lediglich die geistige Befreiung von architektonischen Denkweisen begehrte. Elementar war vor allem seine Kritik an der Unterteilung der Oktave in zwölf gleiche Teile und der Herausbildung zweier Tongeschlechter, Dur und Moll, deren Vielfalt nur durch Transposition derselben entstünde.

Ich glaube, daß die Dur- und Moll-Tonart und ihr Transpositionsverhältnis, daß das »Zwölffalbtonsystem« einen solchen Fall von Zurückgebliebenheit darstellen.¹⁷

Vielmehr erschien es Busoni notwendig zu sein, die Freiheit der Musik in der Summe ihrer Möglichkeiten zu erfassen und sowohl einen Infantilismus als auch eine Inhaftierung der Musik in definierten Formgrenzen zu vermeiden.

Denn unser ganzes Ton-, Tonart- und Tonartensystem ist in seiner Ganzheit selbst nur der Teil eines Bruchteils eines zerlegten Strahls jener Sonne »Musik« am Himmel der »ewigen Harmonie«.¹⁸

Stattdessen sprach er der Unbestimmtheit und Unendlichkeit der Harmonie große Bedeutung zu und suchte ihre Permutation im Verständnis eines Drittelsonsystems. Busonis Ziel bestand in der Verfeinerung von bisherigen chromatischen Strukturen, an deren Antiquiertheit er auch dem konventionellen Instrumentenbau einen nicht unwesentlichen Teil der Schuld gab. Tatsächlich sollte seiner Ansicht nach einzig das jungfräulich entwickelte Dynamophon zur Umsetzung neuer Skalen geeignet sein.¹⁹ Die elektronische Klangerzeugung trat damit in den Fokus und empfahl sich, mit der Möglichkeit frequenzgenauer Einstellungsweisen, als Mittel zur Intonation von Mikrointervallen. Mechanische Instrumente ermöglichten indes ausschließlich die Nutzung des temperierten zwölfstufigen Tonsystems und verweilten sowohl in Bereichen der absoluten Musik als auch der Programmmusik zeitlebens in der Gefangenheit symmetrischer Ordnungsprinzipien. Dies drückte sich fortwährend in

¹⁶ Busoni: *Ästhetik der Tonkunst*, 2001, Zeile 994-1014.

¹⁷ Busoni: *Ästhetik der Tonkunst*, 2001, Zeile 1229-1233.

¹⁸ Busoni: *Ästhetik der Tonkunst*, 2001, Zeile 1197-1202.

¹⁹ Vgl. Busoni: *Ästhetik der Tonkunst*, 2001, Zeile 1340 ff.

der Architektur konstanter Notationsmodelle aus, die sich fernab von der Entfaltung des freien musikalischen Gedankens auf begrenzte harmonische, metrische und formale Umfänge verdichteten. Neue Musikwerke kamen ausschließlich als Transkriptionen des bisherigen künstlerisch-abstrakten Schaffens daher. Die neu entwickelte elektronische Klangerzeugung versinnbildlichte hingegen den Vorteil von technischer und tonaler Unabhängigkeit und entsprach nicht nur den Vorstellungen Busonis, sondern verstärkte außerdem die Rückbesinnung zu tonkünstlerischen Urformen.

Nehmen wir es uns doch vor, die Musik ihrem Urwesen zurückzuführen; befreien wir sie von architektonischen, akustischen und ästhetischen Dogmen; lassen wir sie reine Erfindung und Empfindung sein, in Harmonien, in Formen und Klangfarben [...].²⁰

Dass Busonis Forderungen einen prägenden Einfluss auf nachfolgende musiktheoretische Entwicklungen hatte, zeigt sich insbesondere in der Vielfalt der nachfolgenden Tonsysteme wie beispielsweise den seriellen Kompositionstechniken der *Kölner elektronischen Musik* der 1950er Jahre. Neue elektroinstrumentale Entwicklungen wurden dazu verwendet, Mikrointervalle zu intonieren und neue musikalische Ausdrucksweisen zu formulieren. Neben Entwicklungen in Amerika und der Sowjetunion, prägten insbesondere auch deutsche Instrumentalforschungen die Entwicklung von fortschrittlichen elektronischen Instrumenten.

1.3 Klangsynthese durch Hochfrequenzoszillatoren – elektronische Instrumentalentwicklungen in Deutschland

1.3.1 Internationale Entwicklungen

Der Formalismus, als künstlerische Ausdrucksform und Protest gegen Tradition und Gleichförmigkeit nach der Oktoberrevolution 1917 führte nicht nur in Amerika, sondern auch in der Sowjetunion zu neuartigen Verfahrensformen in Literatur, Kunst und Musik.²¹ Vor allem der Bereich der elektronischen Klangerzeugung verdeutlichte den Umschwung von musikalischen Diktioen am deutlichsten. Es wurde zunehmend auf Instrumente zurückgegriffen, die sich sowohl neuartiger Klangerzeugungsverfahren wie auch innovativer Spieltechniken bedienten. Die Vaterfigur dieser musikhistorischen Entwicklung ist der russische Ingenieur Lew

²⁰ Busoni: *Ästhetik der Tonkunst*, 2001, Zeile 1367-1373.

²¹ Vgl. Glinsky: *Theremin*, 2000, S. 302.

Sergejewitsch Termen. Im Gegensatz zu Cahills Dynamophon rückte Termen spieltechnische Innovationen in den Vordergrund seiner Entwicklungsarbeit. Bereits von Beginn an handelte er entsprechend seiner Vision „[...] 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.“²²

Dementsprechend lässt auch die Namensgebung seiner Erfindung Rückschlüsse auf die ungewöhnliche Spielweise zu. Das *Ätherophon* benötigt nämlich ausschließlich die Hände eines Spielers um hörbare Töne zu erzeugen. Die Herkunft von Termens Neologismus deutet auf die griechische Bezeichnung „Äther“ hin, welche bereits in der physiktheoretischen Forschung des 17. Jahrhunderts eine Substanz benennt, die allgemein für die Ausbreitung des Lichts verantwortlich gemacht wurde. Ähnlich der Übertragung von Schallwellen durch die Luft nahm man an, dass Lichtwellen mit Äther ein Medium zur Übertragung benötigten.²³ Hinsichtlich des im Jahre 1921 präsentierten *Ätherophons* bedeutet dies, dass es die Erzeugung von Tönen durch freie Bewegungen im Raum ermöglichte. Die Basis hierfür lieferte die Entwicklung eines Schwebungssummers. Dieser besteht aus zwei Hochfrequenzoszillatoren, welche Sinusschwingungen im nicht hörbaren Frequenzbereich erzeugen. Durch Überlagerung beider, dicht beieinander liegenden Sinusschwingungen entsteht eine physikalische Schwebung, die eine weitere Sinusschwingung im hörbaren Frequenzbereich verursacht. Durch die Entfernungsumänderung der rechten Hand zu einer Antenne veränderte der Spieler die Kapazität der Schwebung, was eine Frequenzänderung des hörbaren Tons nach sich zog. Zur Lautstärkekontrolle der ausnahmslos glissandierenden Tonbewegungen ergänzte Termen eine weitere Antenne, deren Schwebung ebenfalls durch Handbewegungen manipuliert werden konnte und Veränderungen des Lautstärkeniveaus der *Ätherophon*-Töne gestattete.²⁴

Die Hochfrequenztechnik bildete auch die Grundlage für die Tonherzeugung des in Frankreich entwickelten Musikinstrumentes *Ondes Martenot* im Jahre 1928. Ebenso wie das *Ätherophon* und die Erfindungen aus Deutschland, nutzte auch das *Ondes Martenot* Hochfrequenzoszillatoren zur Klangerzeugung. Was in der Sowjetunion erfolgreich mit Händen umgesetzt wurde, versuchte man in Frankreich durch einen Seilzug praktisch zu verwirklichen. Hierzu bewegte der Spieler ein Metallband ent-

²² Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1995, S. 25.

²³ Vgl. Ritz: *Theorien*, 1963.

²⁴ Vgl. Wandler: *Elektronische Klangerzeugung*, 2005, S. 12.

lang einer waagerecht befestigten Metallschiene. Die Kapazität des veränderlichen Schwingkreises änderte sich entsprechend des Deckungsgehaltes der Metalle und führte zur Manipulation der Schwebung und damit auch der entstehenden Tonfrequenz.²⁵ Da die unvermeidbar langen Zugwege der Seilzugkonstruktion eine nicht unerhebliche Zeit in Anspruch nahmen, erwies sich der Seilzug im Hinblick auf die Artikulation von schnellen Musikpassagen als ungeeignet.

Parallel zur Entwicklung des *Sphärophons*²⁶ wurde das Instrument im Jahre 1947 schließlich durch ein Manual verbessert, welches dem eines Klaviers entsprach.²⁷ Während mit dem Seilzug ausschließlich Glissandi gespielt werden konnten waren fortan auch Einzeltöne spielbar, die außerdem stets richtig intoniert waren. Da Maurice Martenot nicht auf sphärisch klingende Glissandi verzichten wollte, behielt er die Seilzugkonstruktion jedoch bei und eröffnete dem Spieler die Möglichkeit beider Spieltechniken. Die Dynamikkontrolle übernahm überdies eine spezielle Taste, welche Ein- und Ausschwingvorgänge kontrollieren konnte und als Vorläufer von Hüllkurvengeneratoren zu verstehen ist.

Der Anfang des 20. Jahrhunderts bringt damit eine Gruppe von Instrumenten hervor, „[...] deren charakteristisches Merkmal die Schallabstrahlung über einen Lautsprecher ist. Diese Klangerzeuger, die unter dem Begriff Elektrophone zusammengefasst werden können²⁸, weisen unterschiedliche Klangerzeugungsprinzipien auf und führen zu einer Erweiterung des Klangvorrates.²⁹

1.3.2 Jörg Mager – Elektrophon

Zeitgleich zu den Entwicklungen in der damaligen Sowjetunion begann auch in Deutschland die Forschung nach neuartigen Klangerzeugungsverfahren. Stets geprägt durch Ferruccio Busonis *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst*, basierte die Erfindung des Organisten Jörg Mager auf dem Wunsch nach Unterteilung der Oktave in mehr als zwölf temperierte Halbtöne. Die Umsetzung dieses unkonventionellen musiktheoretischen Verständnisses stützte sich jedoch auf einen reinen Zufall. Hohe Temperaturen in Aschaffenburg führten im Jahre 1911 zur Verstimmung seiner Orgel. Dies bewirkte sowohl eine reizvolle Klangcharakteristik, bestärkte

²⁵ Vgl. Holmes: *Electronic and experimental music*, 2002, S. 65ff.

²⁶ Vgl. Pkt. 1.3.2, S. 13f.

²⁷ Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 49.

²⁸ Vgl. Harenberg: *Neue Musik*, 1989, S. 20f.

²⁹ Wandler: *Elektronische Klangerzeugung*, 2005, S. 11.

andererseits aber auch den instrumentalen Forschungsdrang Magers im Hinblick auf die Umsetzung eines Tonsystems aus Mikrointervallen.³⁰

Dabei ergaben sich so interessante Tonunterschiede, dass ich mich sofort daran machte, die Verstimmung auf einem Register der Orgel durchzuführen. Ich erhielt so eine Art Vierteltonregister. Das war der Anlass, der mich auf die Vierteltonforschung brachte, die ich alsdann für Deutschland begründet habe.³¹

Auch andere Musiker, wie beispielsweise Alois Hába, zeigten schnell Interesse an der Mikrointervallforschung. Jörg Mager war allerdings der einzige, dessen Beschäftigung sich auf eine elektrische Umsetzung konzentrierte. Trotz der frühen instrumentalen Forschung mit Mikrointervallen gelang es Mager allerdings erst im Jahre 1921 seine Idee praktisch umzusetzen. Dabei glich seine Anordnung, mit geringfügigen Abweichungen, exakt dem technischen Aufbau von Termens *Ätherophon*.³² Allerdings nutzte Magers *Elektrophon* eine Kurbel zur Frequenzänderung des veränderlichen Hochfrequenzoszillators, welche entscheidende Vorteile im Bezug auf eine vereinfachte Intonation der *Elektrophon*-Töne mit sich brachte. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal war die Ergänzung eines Knopfes zur Unterbrechung des kontinuierlichen Stromflusses während des *Elektrophon*-Spiels, was neben Glissandi auch das Spiel von Einzeltönen erlaubte. Die kontinuierliche Weiterentwicklung des *Elektrophons* wirkte sich alsbald durch die Ergänzung von Oszillatoren aus, welche die Erzeugung verschiedener Wellenformen und damit auch unterschiedlicher Klangfarben ermöglichten.³³ Das Spektrum der zu erzeugenden Klangmöglichkeiten hatte sich dadurch, in Relation zu Magers ursprünglicher Entdeckung, um ein Vielfaches erweitert und bezweckte konzenterterweise die Umbenennung der Konstruktion. Das fortan als *Sphäraphon* bezeichnete elektronische Instrument erweiterte sowohl Magers Forschungsspektrum als auch die praktische Verwendungsfähigkeit des Instruments erheblich und wurde durch technologische Ergänzung zunehmend perfektioniert.³⁴

³⁰ Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 36f.

³¹ Schenk: *Jörg Mager*, 1952, S. 7.

³² Vgl. Humpert: *Elektronische Musik*, 1987, S. 20.

³³ Vgl. Wandler: *Elektronische Klangerzeugung*, 2005, S. 14.

³⁴ Vgl. Ungeheuer & Brech (Hrsg.): *Elektroakustische Musik*, 2002, S. 270ff.

1.3.3 Friedrich Trautwein – Trautonium

Friedrich Trautweins Entwicklung ist als Antwort auf die Privatisierung und Weiterentwicklung der Rundfunktechnik in Deutschland am Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts zu verstehen. Auch wenn das Radio im Ersten Weltkrieg ausschließlich militärische Verwendung fand und eine private Nutzung gar mit Strafen belegt wurde, etablierten sich Rundfunkübertragungen in Deutschland seit dem Jahre 1923 mehr und mehr. Vor allem die Nutzung des Radios zur Verbreitung von falschen und irreführenden Nachrichten zur politischen Manipulation hatte die Entwicklung des Mediums Radio in Deutschland bisweilen erheblich verzögert.

Nachdem im internationalen Vergleich bereits im Jahre 1919 die erste Radiosendung in den Niederlanden übertragen wurde, wird schließlich die Ausstrahlung der ersten Unterhaltungssendung am 29. Oktober 1923 als Geburtsstunde des deutschen Rundfunks verstanden.³⁵ Mit der Entwicklung von Lautsprechern und deren Verwendung in Radioempfangsgeräten ab dem Jahre 1926 konnten Radioübertragungen schließlich einem größeren Publikum zugänglich gemacht werden. Dies zog Überlegungen zur Weiterentwicklung der Übertragungs- und Einspeisetechniken nach sich. Vor allem die noch wenig ausgereifte Mikrofontechnik und die damit verbundene qualitativ schlechte Aufnahmequalität ließen instrumentale Innovationen folgen. Um von Aufnahmegeräten gänzlich unabhängig zu sein bestand das Ziel im Allgemeinen darin, Instrumentaltöne unmittelbar in den Sendeapparat einzuspeisen. Entgegen der bevorzugten Klangerzeugungsverfahren durch Schwebungssummer des vergangenen Jahrzehnts, nutzte Friedrich Trautwein bei seiner Entwicklung im Jahre 1930 die sägezahnförmigen Kippschwingungen von Glimmlampen, welche stark obertonreiche Töne erzeugten. Ähnlich der Konstruktion von Jörg Mager und der des *Ondes Martenot*, erfolgte die Klangsteuerung über ein Bandmanual. In Abhängigkeit des Berührungs punktes von Metallband und Metallschiene veränderte sich die Spannung der Glimmlampen und damit sowohl die Frequenz als auch die Höhe der entstehenden *Trautonium*-Töne. Zur Orientierung der Tonhöhe verwendete das Instrument Metallzungen, unter welchen der Finger entlang des Manuals hindurchgeführt wurde.³⁶ Gemeinsam mit der Variabilität der Mensur durch Verstellen eines Potentiometers hatte dies den Vorteil variable Intervallgrößen einstellen zu können und keinesfalls der gleichmäßigen zwölfstufigen Temperatur eines Klaviermanuals unterworfen zu sein; ganz im Gegenteil zu den statischen Klaviaturen des

³⁵ Vgl. Lerg: *Rundfunk in Deutschland*, 1965, S. 329ff.

³⁶ Vgl. Wandler: *Elektronische Klangerzeugung*, 2005, S. 16f. ebenso Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 61.

Sphäraphons oder auch des *Ondes Martenots*. Zwei Filterschaltungen sorgten zusätzlich für die Möglichkeit, die Klangcharakteristik mittels Fußpedalen zu verändern. Musikalischen Erfolg verzeichnete das frühe *Trautonium* vor allem durch Kompositionen von Paul Hindemith, der eigens für die klanglichen Möglichkeiten des *Trautoniums* Stücke entwickelte und sowohl ihm selbst als auch Friedrich Trautwein zu großer Beachtung verhalf.³⁷

1.4 Der Weg zum Tonfilm – Das fotoelektrische Prinzip

Eine Erfindung, die im Vergleich zu den bisher beschriebenen Instrumentalentwicklungen einen direkten und nachhaltigen Einfluss auf die Entwicklung des Films genommen hat ist das fotoelektrische Prinzip der 1920er Jahre. Es basiert auf der Transformation von Lichtstrahlen in Wechselspannungen. Hierzu verwendete man eine Fotozelle, deren elektrischer Widerstand sich entsprechend der Stärke des einfallenden Lichts veränderte und damit eine Spannungsfrequenz lieferte, die nach Verstärkung als Ton hörbar gemacht werden konnte. Dies eröffnete die Möglichkeit durch Lichteinstrahlung Klänge zu erzeugen, deren Steuerung durch die Integration von geschwärzten Scheiben in den Versuchsaufbau erfolgte.³⁸

Die Erzeugung von Tönen mittels Lichtstrahlen stellte gleichwohl eine unmittelbare Verbindung zum Film her. Sowohl das Film- als auch das Klangmaterial nutzten identische Reproduktionstechniken, was eine Kombination dergleichen auf nur einem Filmstreifen nahezu unausweichlich werden ließ. Diese Erfindung stellte nicht nur die Geburt des Tonfilms, sondern gleichwohl die erste wirklich leistungsfähige Einrichtung zur Synchronisation von Bild und Ton dar.

Trotz dieser innovativen Tendenzen profitierte der Tonfilm nicht ausschließlich von der Erfindung des fotoelektrischen Prinzips, sondern entsprang ebenso vorangegangenen Versuchen zur Synchronisation von Bild und Ton. Als Pionier gilt diesbezüglich der deutsche Erfinder Oskar Messter, der bereits im Jahre 1902 Forschungen zum Gleichlauf von Bild und Ton anstellte. Die als Tonbilder bezeichneten Filmvorführungen stellen den Ursprung des heutigen Tonfilms dar und basierten auf der Synchronisation von Film- und Grammophonaufnahmen. Hierzu drehte Messter Filme zu bereits existierenden Tonaufnahmen und ließ diese simultan abspielen. Das Gerät, welches die Kopplung von Filmprojektor

³⁷ Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 62ff.

³⁸ Vgl. Poitzmann: *Tonfilm*, 2009, S. 4.

und Grammophon technisch umsetzte, war das von ihm erfundene *Biophon*.³⁹

Hans Vogt, Jo Engl und Joseph Masolle nutzten das fotoelektrische Prinzip um mit *Tri-Ergon*⁴⁰, später als *Lichtton-Verfahren* bekannt, eine Konstruktion zu verwirklichen, die den eigentlichen Beginn des Tonfilms bezeichnet. Sie wandelten die Schwingungen einer durch Mikrofonaufnahme generierten Tonspur in Intensitätsschwankungen des Lichts um und brachten deren Wellenform neben dem eigentlichen Filmstreifen an. Dazu entwickelten sie ein spezielles Mikrofon, das *Kathodophon*, welches als Aufnahmegerät verwendet wurde. Bei gleicher Bandlaufgeschwindigkeit wurden sowohl die Bild- als auch die Tonspur gleichermaßen belichtet und die Schwankungen des einfallenden Lichts durch eine fotoelektrische Zelle in elektrische Spannungen umgewandelt. Ein bahnbrechendes Verfahren, welches bis zum heutigen Zeitpunkt in Kinos der ganzen Welt angewendet wird.⁴¹

Entscheidend für den unwiderruflichen Durchbruch des *Lichtton-Verfahrens* als Reproduktionsmedium für den Tonfilm waren in erster Linie experimentelle Versuche der fotoelektrischen Klangerzeugung. Allen voran die Beiträge des Deutschen Walter Ruttmann, der zunächst ohne visuelle Einflüsse mit fotoelektrischer Klangsynthese experimentierte und Schnittverfahren zur Erzeugung von thematischen Klangcollagen nutzte. Schließlich integrierte auch er visuelle Bestandteile und gilt bis heute als einer der bedeutendsten Vertreter des deutschen Experimentalfilms.⁴² Die unvermeidbare Begrenzung des *Lichttons* auf die Bereiche der experimentellen Musik hielt nur solange stand, bis auch die letzten Kritiker des Tonfilms von der synchronisierten Tonbegleitung überzeugt und offensichtliche Vorurteile gegenüber dem erfolgreichen Stummfilm abgebaut waren.⁴³

1.5 Analoge Synthesizer

Einen enormen Fortschritt für die Entwicklung von digitalen Klangerzeugungs- und Klangverarbeitungsmöglichkeiten in der Filmproduktion stellt die Erfindung der Spannungssteuerung im Jahre 1964 dar. Begüns-

³⁹ Vgl. Jossé: *Tonfilm*, 1984, S. 73ff.

⁴⁰ Werk der Drei.

⁴¹ Vgl. Leonhard (Hrsg.): *Medienwissenschaft*, 2001, S. 1199.

⁴² Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 79f. ebenso Thiel: *Tonfilmmusik*, 2000, S. 140ff.

⁴³ Vgl. Pkt. 2.2, S. 31ff.

tigt durch das stetig wachsende öffentliche Interesse an neuartigen elektronischen Klangerzeugungsverfahren kam der Forderung nach präzise steuerbaren elektronischen Klängen eine zunehmend große Bedeutung zu. Dies führte zur Erfindung eines spannungsgesteuerten Oszillators durch Robert Moog, welcher zunächst die Kontrolle von gleitenden Tonhöhen im Verhältnis zur angelegten Spannungsfrequenz ermöglichte. Die Intonation differenzierter Einzeltöne war aufgrund der fehlenden Steuer-einrichtung bis dato allerdings nicht möglich. Ferner erweiterte Moog die Mittel der spannungsgesteuerten Klangkontrolle zunächst um die zeitliche Einflussnahme. Hierzu nutzte er einen spannungsgesteuerten Verstärker, welcher die Terminierung der Ein- und Ausschwingvorgänge kontrollierte.⁴⁴ Insbesondere die Klangkontrolle und das Spiel von Einzeltönen konzentrierten die Bemühungen des Versuchsaufbaus dennoch nachhaltig. Mit der Entwicklung eines klavierähnlichen Keyboards zur Erzeugung von kontrollierten Steuerspannungen war im Jahre 1964 schließlich der Prototyp eines analogen Synthesizers geschaffen, dessen Vielfalt an modularen Steuereinrichtungen sich im Verlauf der zeitlichen Entwicklung vervielfachen sollte.⁴⁵ Wichtigen Einfluss nahm insbesondere die Forderung des Komponisten Vladimir Ussachevsky eine Hüllkurve mit verschiedenartigen Phasen zu entwickeln, welche die exakte Kontrolle der Ein- und Ausschwingvorgänge von Synthesizerklängen, vom Zeitpunkt des Tasteranschlags bis zum vollständigen Verstummen des Tones gewährleistete.⁴⁶

I still remember the letter, asking us to build what amounted to two voltage-controlled amplifiers, two envelope generators, and two envelope followers. He gave the specifications for all of these things. The specifications for the envelope generator called for a four-part envelope. Attack, initial decay, sustain and release. The way of specifying an envelope is absolutely standard in today's electronic music.⁴⁷

Das ermöglichte nicht nur die Nachahmung von Klangparametern des konventionellen Instrumentenbaus, sondern auch ihre Kombination mit innovativen elektronischen Klangfarben.

Das Ziel bestand im Allgemeinen aber weniger darin neuartige Klänge zu schaffen, sondern vielmehr den bereits bestehenden Vorrat an orchestralen Klängen elektronisch nachzubilden. Ebenso sollte im Bereich

⁴⁴ Vgl. Ruschkowski: *Elektronische Klänge*, 1998, S. 110.

⁴⁵ Vgl. Humpert: *Elektronische Musik*, 1987, S. 90.

⁴⁶ Die vier Phasen der Hüllkurve werden als Attack, Decay, Sustain und Release bezeichnet.

⁴⁷ Vgl. Holmes: *electronic and experimental music*, 2002, S. 165f.