

Grundlagen des Erhalts elektronischer Musikinstrumente

am Beispiel der Toccata-Orgel

**M 14 / MMTK / XXX
13306**

Master-Arbeit

**vorgelegt dem Fachbereich 5, Gestaltung
Studiengang Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik
der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin**

**von: Anne-Katrin Kaminski
den: 17.08.2015, Berlin**

- 1. Betreuer/ in: Prof. Ruth Keller M.A.**
- 2. Gutachter/in: Dr. Thomas Lerch**

Zusammenfassung

Inhalt dieser Arbeit ist eine theoretische Auseinandersetzung mit der Restaurierung elektronischer Musikinstrumente. Auf Basis historischer Recherchen zu Entstehung und Entwicklung der Instrumentengruppe, sowie eines wissenschaftlichen Hintergrundes aus den Bereichen der Musikinstrumenten- und Technikrestaurierung wird entlang eines Beispielinstruments erarbeitet, wie der Erhalt von elektronischen Musikinstrumenten aussehen könnte.

Von besonderer Bedeutung sind dabei die Aussagen von Zeitzeugen zum Instrument und seiner Geschichte sowie die ausführliche fotografische Dokumentation im Anhang.

Abstract

Content of this work is the theoretical discussion of the restoration of electronic musical instruments. The basis is a historical research on the origin and development of this family of instruments. Through the exploration of the scientific background of the conservation of musical instruments and technical heritage an idea for the preservation of a sample instrument is developed.

Of particular importance are the statements of eyewitnesses to the instruments construction and its history as well as the detailed photographic documentation in the appendix.

Danksagung

Mein Dank gilt allen Beteiligten für ihre Geduld, mit der sie dieses Projekt begleitet haben. Besonders Frau Professor Keller in dem Versuch, die Arbeit zu fokussieren, und meinem Vater, für die ausführlichen Erklärungen elektronischer Sachverhalte zu allen Tages- und Nachtzeiten. In freundlicher Erinnerung werde ich Herrn Gerhard Steinkes Zuspruch sowie Herrn Heinz Finders Belustigung ob meines Unwissens gegenüber der DDR-Geschichte behalten. Des weiteren möchte ich meiner Mutter, Markus Günter und Patrick Dettling für ihre Freundschaft und den überaus wichtigen emotionalen Beistand danken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Kultur- und Technikgeschichte	7
2.1	Elektronische Musikinstrumente	7
2.1.1	Geschichte der Entwicklung elektronischer Musikinstrumente	7
2.1.2	Die Anfänge bis zum ersten Weltkrieg	9
2.1.3	Experimentelle Instrumente zwischen den Weltkriegen	11
2.1.4	Heimorgel und elektronische Musik	15
2.1.5	Neue Experimente - Synthesizer und Computermusik	16
3	Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft	18
3.1	Ethische Grundlagen: Codices	18
3.1.1	Erhalt von Musikinstrumenten: der Aspekt der Spielbarkeit	20
3.1.2	Erhalt von technischem Kulturgut: Funktion und Aussage	25
3.1.3	Restaurierungspraxis	28
4	Die Toccata-Orgel	31
4.1	Objektbeschreibung	31
4.1.1	Formal und materiell	31
4.1.2	Objektdateien	42
4.1.3	Funktional	46
4.2	Geschichte der Toccata-Orgel	54
4.2.1	VEB WF und elektronische Musikinstrumente in der DDR	54
4.2.2	Toccata-Orgel und WF: Archivrecherche	55
4.2.3	K2 und K4: Zeitzeugen	58
4.2.3.1	Konstruktion	59
4.2.3.2	Verwendung	65
4.2.3.3	Ausstellung	68
4.2.4	Die Verortung der Toccata-Orgel	70
5	Konzept	73
6	Praktische Maßnahmen	78
6.1	Funktionsüberprüfung	78
6.1.1	Röhren	78
6.1.2	Ausgänge und Klang der Toccata-Orgel	79
6.1.3	Auswertung	80
6.2	Konservierende Maßnahmen	82
6.2.1	Zustandsbeschreibung	82
6.2.2	Reinigung	83
6.3	Literaturverzeichnis	84
6.4	Internetquellen	90
6.5	Bildquellen	91

1 Einleitung

Die folgenden Ausführungen stellen eine Annäherung an die Restaurierung elektronischer Musikinstrumente dar. Dies geschieht entlang der Erarbeitung eines restaurierungswissenschaftlichen Hintergrundes in Auseinandersetzung mit den historischen und materiellen Umständen eines Beispielinstruments.

Interessant an elektronischen Musikinstrumenten ist die Tatsache, dass ihre Einführung etwas vollständig Neues darstellte: Die Erzeugung von Klängen aus Elektrizität statt aus mechanischer Arbeit. Die häufige Überlagerung von ingenieurtechnischen und musikalischen Begabungen der Erfinder erstaunt, da bis heute Technik und Kunst als entgegengesetzte Felder wahrgenommen werden.¹ Als Grundlage weiterer Auseinandersetzung wird daher ihre Geschichte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts beschrieben.

Angesichts der aktuellen Vorherrschaft elektronischer Geräte und Instrumente in der Musikproduktion ist auffällig, wie gering elektronische Musikinstrumente in Museen repräsentiert sind. An diesem Punkt ist besonders spannend, die Restaurierung elektronischer Musikinstrumente zu betrachten. Diese befindet sich genau am Schnittpunkt zwischen den ansonsten sehr unterschiedlichen Bereichen der Musikinstrumenten- und der Technikrestaurierung. Auf Grund des Alters der Disziplin steht ungleich mehr Literatur zum Erhalt von klassischen Musikinstrumenten zur Verfügung als zu technischen Objekten im Allgemeinen, und noch unvorteilhafter fällt der Vergleich im Fall der elektronischen Musikinstrumente aus.

Daher ist, nach einer kurzen Erläuterung der Vergangenheit einiger ethischer Richtlinien in der Restaurierung, das vornehmliche Thema der Masterarbeit die Erarbeitung des restaurierungswissenschaftlichen Hintergrundes aus den ersten beiden Bereichen, der dann auf den Erhalt von elektronischen Musikinstrumenten angewandt werden kann.

Im zweiten Teil der Arbeit wird auf einen konkreten Beispielfall eingegangen. Nacheinander werden die Recherchen zu Produktionsumständen und Verwendungsgeschichte sowie der Funktion einer im Werk für Fernsehelektronik Berlin, Oberschöneweide, entwickelten Elektroorgel, der sog. Toccata-Orgel, aufgeführt.² Dieser Bereich gründet sich neben dem Archivmaterial maßgeblich auf Zeitzeugen.

Den Abschluss bildet in der Zusammenführung und Auswertung der gesammelten Ergebnisse das Konzept des Erhalts für diese Orgel.

Im Anhang werden praktische Maßnahmen, fotografische Dokumentation und recherchierte Informationen zum Instrument und seiner Geschichte aufgeführt.

¹ Vgl. DASTON 1998, "Die Kultur der wissenschaftlichen Objektivität", Göttingen 1998.

² Im Text kommen folgende Benennungen vor: die Entwicklungsbezeichnung „EKI 1“ (Elektronisches Konzertinstrument 1), der für Werbezwecke verwendete Name „Toccata-Orgel“ und die funktionale Bezeichnung als Röhren- oder elektronische Orgel.

2 Kultur- und Technikgeschichte

2.1 Elektronische Musikinstrumente

Die Definition elektronischer Musikinstrumente - der Elektrophone - erfolgt entlang der Art der Erzeugung und Abstrahlung des Klangs: die im Fall traditioneller Instrumente mechanisch entstehende und durch den eigenen Resonanzkörper an die Umgebung abgegebene Schwingungsbewegung wird unter Verwendung elektronischer Schaltungen als elektrisches Signal erzeugt und mit Hilfe von Lautsprechern in ein akustisches Signal umgewandelt.³

In Abgrenzung zu dieser Gruppe werden diejenigen Instrumente, die lediglich in Teilbereichen durch elektrischen Strom beeinflusst oder gesteuert werden, als elektrisch⁴ oder elektro-mechanisch bezeichnet.

Viele elektronische Musikinstrumente zeichnen sich durch eine große äußerliche Nähe zu den Spieltischen der Pfeifenorgeln aus (Vgl. Abb. 1-4). Die Tonhöhenwahl erfolgt über die Tasten einer oder mehrerer Manualklavaturen, sowie möglicherweise einer Pedalklavatur. Zusätzlich können die Klangfarben über Schalter (= Register) ausgewählt werden. Oft handelt es sich um polyphon spielbare Instrumente, die versuchen das Klangbild der Pfeifenorgeln im weitesten Sinne zu imitieren. Sie werden daher auch elektronische Orgeln genannt.⁵

2.1.1 Geschichte der Entwicklung elektronischer Musikinstrumente

Die geschichtliche Recherche der Umstände von Entstehung und Fortschritt der elektronischen Musikinstrumente stellt eine erste Möglichkeit dar, einige kulturelle Bedeutungsebenen der Geräte zu erkunden, und sie von rein visuell wahrgenommenen Objekten zu historischen Informationsträgern werden zu lassen.

Dazu werden einerseits für ihr Aufkommen notwendige wissenschaftliche Voraussetzungen und elektrotechnische Erfindungen, z.B. der Elektronenröhre, aufgezeigt. Andererseits werden Veränderungen in Kultur und Gesellschaft, die sich in einen Bezug zu der Entwicklung der elektronischen Instrumente setzen lassen, für die Erläuterungen herangezogen.

Die Geschichte der elektronischen Musikinstrumente ist besonders eng verbunden

3 In der Kategorisierung der Musikinstrumente nach Hornbostel-Sachs bekamen Elektrophone 1940 eine eigene Klasse, die seitdem stetig verfeinert wurde:

[INTERNET 1] http://de.wikipedia.org/wiki/Hornbostel-Sachs-Systematik#Elektrophone_.285.29 [10.02.2013]

[INTERNET 2] <http://network.icom.museum/cimcim/resources/classification-of-musical-instruments/> [12.02.2013]

4 Als elektronisch werden heute Prozesse und Bauelemente der Schaltungstechnik beschrieben, während "elektrisch" für den mit Strom versorgten Zustand eines Geräts steht.

5 BÖHM 1961, 7; UNGEHEUER 1997, 1744: "Es hat sich eingebürgert, ein elektrisches Instrument, das Manual, Pedal und Register besitzt als elektronische Orgel zu bezeichnen."



Abb. 1: "Klop-Organ", Pfeifenorgel im italienischen Renaissance-Stil, Bremer Dom 1991

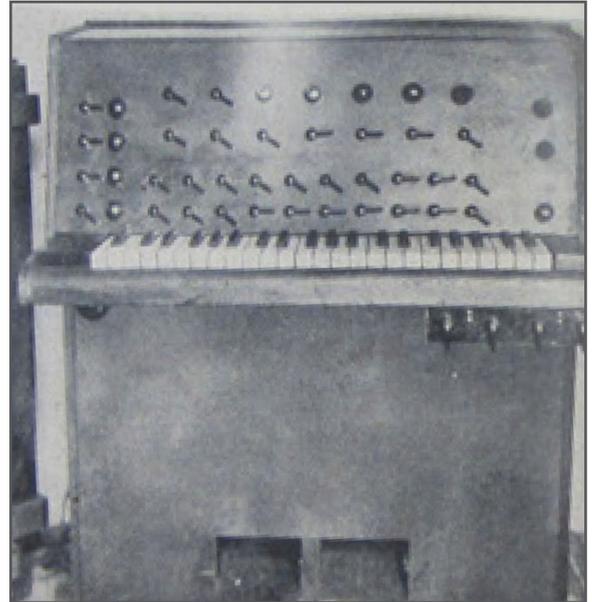


Abb. 2: Die "Warbo-Formant-Organ" von C. Warnke und H. Bode, 1937, eigtl. ein früher Synthesizer



Abb. 3: Ein elektropneumatischer Spieltisch der Firma Walcker, Worms 1913



Abb. 4: Das "Magnetron" von R. Stelzhammer, 1930, eine elektromechanische Orgel

mit den kulturellen und technischen Entwicklungen des 20. Jahrhunderts. Als zeitliche Klammer für den Überblick werden die Anwendung der Elektrizität auf bereits bekannte Instrumente sowie der Übergang zur Digitaltechnik gesetzt - worin detaillierter, weil für das Beispielinstrument von Bedeutung, die Verwendung der Elektronenröhre für Musikinstrumente eingepasst ist.⁶

So kann die Situation während der Entstehung eines Musikinstruments wie der Toccata-Orgel besser verstanden werden, und diese in einen spezifischen Kontext gesetzt werden.

2.1.2 Die Anfänge bis zum ersten Weltkrieg

Aus der Erforschung elektrischer Phänomene entsprangen von Anfang an auch Versuche, mit dieser Kraft musikalische Vorgänge zu beeinflussen - im 19. Jahrhundert begannen ernsthaftere Bestrebungen, ihre Möglichkeiten in den Dienste der Musik zu stellen. Anfänglich entstanden zumeist von Klavieren abgeleitete Instrumente, die elektrostatisch oder elektromagnetisch in ihrer Klangerzeugung oder Wiedergabe modifiziert wurden. Solche Versuche bildeten auch die Grundlage für elektrische Gitarren und weitere Instrumente des 20. Jahrhunderts. Erst die Erfindung der Elektronenröhre 1906 sowie des Lautsprechers zu Beginn der 20er ermöglichten die Konzeption gänzlich neuer Instrumente.⁷

Die Untersuchungen des Physikers Hermann von Helmholtz zum strukturellen Aufbau der Töne zeigten, dass zu jedem Grundton verschiedene Obertöne existieren, deren Ausprägung den charakteristischen Klang eines Instruments bestimmen (Vgl. Abb. 5).⁸ Aus den Arbeiten des Mathematikers Joseph Fourier folgt für die Musik, dass ein Klang zum einen durch Addition von Sinusschwingungen, andererseits aber auch subtraktiv aus einer obertonreichen Schwingungsform (die Sägezahnsschwingung enthält in ihrer Idealform alle Obertöne in abfallender Inten-

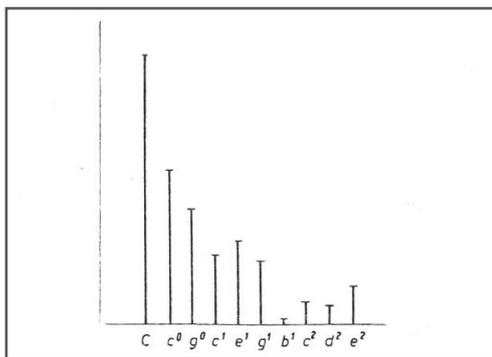


Abb. 5: Obertongehalt der Pfeife C des Prinzipalregisters 8' einer Silbermannorgel

sität, Vgl. Abb. 6) nachgebildet werden kann.⁹ Auf Grundlage dieser Untersuchungen entwickelte sich das Interesse an der Frage, wie Klang "synthetisch" erzeugt werden kann. Es entstand der Wunsch, Musik durch elektrischen Strom nicht nur zu beeinflussen sondern kontrolliert "herzustellen". Gleichzeitig erlaubte der technische Fortschritt inzwischen, Wechselstrom elektromechanisch zu erzeugen, zu beeinflussen und schließlich hörbar

6 BRAUN 2002, 9.

7 KÜHNELT 1980, 51.

8 Hermann v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig 1863.

9 STANGE-ELBE 1991, 1; UNGEHEUER 1997, 1729; BIERL 1965, 43.

zu machen.¹⁰

Das "Telharmonium" ist das erste elektrische Musikinstrument, das aus diesen Erkenntnissen heraus konzipiert wurde und Einsatz fand.¹¹ Es wurde zwischen 1898 und 1906 in den USA gebaut und erregte neben großem öffentlichen Interesse auch dasjenige avantgardistischer Komponisten. In der lagerhallen-großen Maschine induzierten rotierende Eisenzyylinder in Magnetspulen sinusförmige Wechselspannungen für die zwölf Halböne einer Oktave und zusätzlich bis zu sechs Harmonische zu jedem Grundton. Diese wurden je nach gewünschtem Klangbild in geeigneter Intensität additiv zusammengeführt. Da es noch keine Verstärker gab, und die Musik über das Telefonnetz zu vielen Zuhörern übertragen werden musste, benötigte der Betrieb über eigene Generatoren ein hohes Maß an Energie. Das "Telharmonium" diente der öffentlichen Übertragung klassischer Konzerte.¹²

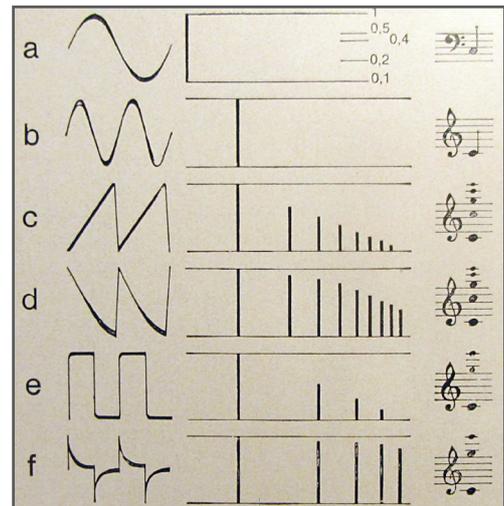


Abb. 6: Der Obertongehalt von (a+b) Sinus-schwingungen verschiedener Frequenz, (c+d) Sägezahn-schwingungen, (e) Rechteck-schwingung und (f) eines best. Klanges



Abb. 7: Der Spieltisch des "Telharmonium" von T. Cahill, 1906



Abb. 8: Eine "Hammond-Organ", von L. Hammond 1935 entwickelt

In die gleiche funktionelle Kategorie der elektromechanischen Klangerzeugung gehören später auch die Hammond-Organ (1935) und weitere Instrumente, in denen

¹⁰ Der Schallwandler wurde mit den ersten Telefonen von verschiedenen Erfindern in Deutschland und Italien nach 1860 entwickelt, bekam aber als Lautsprecher erst 60 Jahre später weitreichende Bedeutung.

¹¹ Der singende Lichtbogen 1899 war das erste elektronische Instrument, fand jedoch keine musikalische Anwendung.

¹² DAVIES 1989, 62; ROADS 1996, 21. Dieses Gerät wurde offenbar als derartige Sensation betrachtet, dass es einen eigenen Eintrag in Meyers Konversationslexikon von 1909 bekam [Meyers Großes Konversationslexikon, 19. Band, 396, Leipzig und Wien 1909]. Sechs Obertöne sind im Vergleich zu manch anderem späteren Instrument zwar relativ viel, im Vergleich zum Obertongehalt natürlicher Klänge bis zur 10. Harmonischen und mehr jedoch wenig.

rotierende Scheiben magnetisch abgetastet wurden und deren Signale dann zum gewünschten Klang addiert wurden (Vgl. Tabelle zu elektronischen Musikinstrumenten im Anhang unter Punkt 6). Interessant ist hier auch die Klangerzeugung durch optische Abtastung von Scheiben, deren Durchlässigkeit für Licht andere Profile als den Sinus ermöglichten, und dadurch den gewünschten Klang schon an der Quelle formten (z.B. die Welte-Licht-Ton-Orgel von 1936).¹³

Mit der Erfindung der Triode durch Robert von Lieben und der Audion-Röhre durch Lee deForest 1906 war der Grundstein gelegt zur rein elektronischen Erzeugung von Klängen. Folgerichtig erfand letzterer 1915 das "Audion Piano" als erstes Musikinstrument dieser Art.¹⁴ Wenngleich die gasgefüllte Audion-Röhre der direkte Vorläufer der in der Toccata-Orgel verwendeten Elektronenröhren ist, ist das Funktionsprinzip des Instruments ein gänzlich anderes: es erzeugt mit zwei leicht unterschiedlich abgestimmten Oszillatoren jeweils unhörbare hochfrequente Signale, deren bei der Überlagerung entstehende Differenz im hörbaren Bereich liegt (Heterodyn-Prinzip). Während einer der Oszillatoren konstant arbeitet, wird die Frequenz des anderen so verändert, dass als Mischprodukt ein Ton der gewünschten Höhe entsteht. Durch gleichzeitige Erzeugung des Grundtons und einiger Obertöne versuchte das Audion-Piano verschiedene klassische Instrumente nachzuahmen, erzeugte aber auch bisher unbekannte Klänge.¹⁵

2.1.3 Experimentelle Instrumente zwischen den Weltkriegen

Nach dem ersten Weltkrieg veränderten Rundfunk und Phonoaufnahmen die Hörgewohnheiten der Menschen. Dies traf zusammen mit den Bestrebungen diverser Komponisten wie Arnold Schönberg, Edgar Varèse oder Ferruccio Busoni, die klassische Musikwelt zu erneuern, z.B. durch Mikrintervalle oder die Aufnahme ungewohnter Klänge in das Repertoire. Auch Künstler der Avantgarde und des jungen Kinos suchten nach anderen Ausdrucksmöglichkeiten.¹⁶

Zudem ermöglichte die Einführung der Elektronenröhre verschiedene einfachere Wege, Schwingungen zu erzeugen, zu verstärken und durch die Rundfunktechnik zu übertragen. Deren stürmische Entwicklung im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts brachte auch Fortschritte auf benachbarten Gebieten, die für die elektronische Musik wichtig waren, wie die Einführung der Lautsprecher, deren Vorraussetzungen zwar schon im 19. Jahrhundert erfunden wurden, die aber erst in den 1920ern soweit perfektioniert wurden, dass ein befriedigender Musikgenuss möglich wurde.¹⁷ Auf dem Fundament dieser Grundlagen entstand die große Menge experimenteller elektronischer Musikinstrumente der 1920er und 1930er

13 DAVIES 2002, 45; DAVIES 1989, 63.

14 COLLINS et al. 20013, 29.

15 STANGE-ELBE 1993, 4; UNGEHEUER 1997, 1739.

16 HOLMES 2012, 13, 17.

17 COLLINS et al. 20013, 29; NEBEKER 2009, 124, 159-60.

Jahre.

Anfänglich wurden viele der Instrumente nicht unter kommerziellen Gesichtspunkten entwickelt, sondern um neue, bisher unbekannte Klänge (z.B. in der Viertel- und Zwölftonmusik) zu erzeugen und die Einschränkungen der bekannten klassischen Instrumente zu überwinden. Besonders schaffensfreudig war hier Jörg Mager, der zwischen 1921 und 1939 sechs solcher Instrumente entwickelte. Dazu

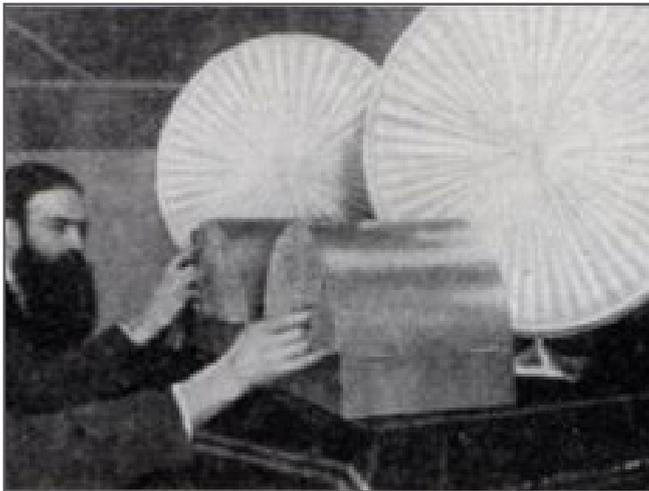


Abb. 9: Das "Dynaphon" von R. Bertrand, 1927

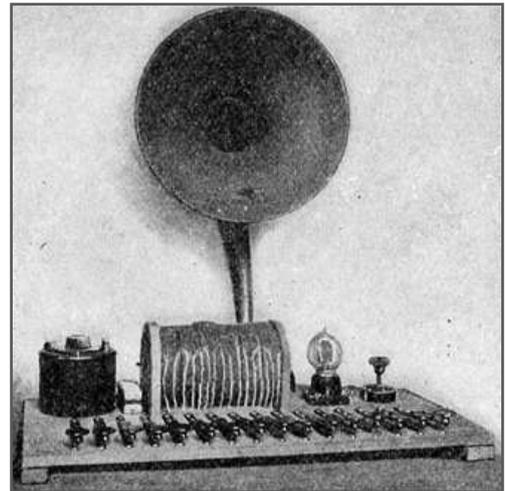


Abb. 10: Das "Staccatone" von H. Gernsback, 1923

gehörte auch ihre Bedienung: außer der klassischen Tastatur nutzten z.B. das Theremin und seine Verwandten die Änderung der Körperkapazität bei Annäherung an das Instrument, das Kurbelsphärophon benutzte Kurbeln, das Dynaphone Wählscheiben, das Hellertion durch Fingerdruck veränderliche Widerstandsstreifen und das Trautonium eine Saite, die nicht schwingt, sondern als variabler Widerstand benutzt wurde, wobei der Druck des Fingers hier auch noch die Lautstärke beeinflusste. Zudem wurde eine Saite oder ein Seilzug als Erweiterung der Möglichkeiten gelegentlich als Zusatz zu Tasteninstrumenten eingebaut.¹⁸

Für noch unbekannte Klänge gab es zunächst keine Musikstücke, und für Instrumente mit ungewohnter Bedienung keine Virtuosen, die sie beherrschten. So blieben diese Geräte häufig Einzelstücke (Vgl. Abb 9 und 10). Sie waren Teil einer gegenseitigen Beeinflussung zwischen Instrumenten, neuen Stilrichtungen und progressiven Komponisten - die zum Teil die klassische Notation ergänzen oder ersetzen mussten, um die neuen Möglichkeiten in der Partitur darzustellen. Doch obwohl auch in Film- und Theaterproduktionen elektronische Klänge eingesetzt wurden, wuchs die Akzeptanz des Neuen nur sehr langsam. Geräte, die klassische Instrumente nachbilden konnten und mit einer üblichen Tastatur zu bedienen waren, wurden eher angenommen. Besonders wenn sie die neuen Möglichkeiten als Zusatz darstellten: das Paradebeispiel eines solchen Instruments ist das

¹⁸ MIESSNER 1936, o.S.; DONHAUSER 2007, 31, 224.



Abb. 11: Ein "Ondes-Martenot" mit Seilzug und Klaviatur, 1928 von M. Martenot



Abb. 12: Ein Aufsatzgerät von 1950, das "Ondioline" von E. Jenny

"Ondes-Martenot" (Vgl. Abb. 11), das Alt und Neu kombinierte. In relativ großer Stückzahl gebaut, überlebt es bis heute. Auch Auf- und Vorsatzgeräte waren beliebt (Vgl. Abb. 12).¹⁹

Unter technischem Aspekt fällt auf, dass zunächst für die Röhrengeräte fast ausschließlich das unter 2.1.2 beschriebene Heterodyn-Prinzip verwendet wurde. Die einfacher scheinende Lösung, einen auf den gewünschten Frequenzbereich abgestimmten Schwingkreis zu verwenden, wie es im Grunde auch bei der Toccata-Orgel vorkommt, wurde nur in wenigen Geräten angewandt (z. B. Pianorad oder Staccatone, Abb. 10). Zu den Gründen gehörten vermutlich die für diese niedrigen Frequenzen erforderlichen unhandlich großen Kondensatoren und Spulen sowie die Schwierigkeit, bei diesen Geräten den Klang zu beeinflussen.²⁰

Zudem erzeugten die bekannten Röhrengeneratoren sehr instabile Frequenzen, was besonders störte, wenn in separaten Oszillatoren erzeugte Obertöne in der Höhe vom ganzzahligen Vielfachen des Grundtons abwichen. Auch in anderen Bereichen, wie konstanter Leistung, waren sie relativ unzuverlässig. Sie waren teuer, empfindlich gegenüber mechanischen Einflüssen und gingen schnell kaputt. Bis in die 1930er Jahre wurden daher viele elektrische Instrumente mit magnetischer oder optischer Abtastung von Tonscheiben entwickelt, die keine Stabilitäts- oder Zuverlässigkeitsprobleme hatten.²¹

Durch sinkende Preise und qualitative Verbesserungen änderte sich diese Situation langsam. Ab 1930 wurden vermehrt Instrumente erfunden, die einen Sägezahn-generator als Schwingungsquelle benutzten. Diese obertonreiche Schwingungsform erleichterte die subtraktive Veränderung des Klangs durch Filter, die bestimmte

¹⁹ DUDD 1992, 7.

²⁰ [INTERNET 3] <http://davidszondy.com/future/music/staccatone.htm> [19.09.2014]; [INTERNET 4] <http://120years.net/wordpress/ls=gersnback&submit=Search> [19.09.2014].

²¹ MIESSNER 1936, 10; BODE 1940, 70; DAVIES 1989, 61, 65; MORTON et al. 2004, 39.

Harmonische schwächen. So konnte zwischen Addition und Subtraktion gewählt werden.

Besonders von Interesse, da funktionell nah an der Toccata, sind die in Frankreich 1931/32 entstandenen Orgeln von A. Givelet und E. Coupleux, eine deutsche sowie eine US-Orgel. Die französische "Orgue des Ondes" war mehrmanualig, mit Pedal und je einem Generator pro Ton ausgestattet, daher von riesigen Ausmaßen.



Abb. 13: Die "Orgue des Ondes" der Franzosen Givelet & Coupleux, Kirche von Villemomble / Paris, 1929



Abb. 14: Spieltisch der "Kraft-durch-Freude-Großtonorgel" mit NSDAP-Offiziellem, 1930er Jahre



Abb. 15: Die Baldwin-Orgel der gleichnamigen US-Firma von 1941

Sie fand in der Kirche von Villemomble sowie dem Pariser Rundfunk Verwendung (Vergl. Abb. 13).²²

Berlin war durch Konservatorium und Heinrich-Hertz-Institut in den 30ern internationaler Mittelpunkt der Forschung zu elektroakustischen Musikinstrumenten geworden. Auch den Nationalsozialisten blieben diese Entwicklungen nicht verborgen. Zu den Olympischen Spielen 1936 wurde die Entwicklung der

²² KÜHNELT 1980, 59.

"Kraft-durch-Freude-Großtonorgel" gefördert, die technisch viele der damaligen Erkenntnisse verband. Sie wurde für Großveranstaltungen der Nationalsozialisten verwendet und vor allem ihrer Glockentöne wegen gerühmt; anders als für die Toccata wurden Glimmröhren zur Schwingungserzeugung eingesetzt (Vgl. Abb. 14).²³

Wirtschaftlich erfolgreich war die 1941 entwickelte US-amerikanische Baldwin Orgel. Sie verwendete 60 Elektronenröhren als Sägezahn-Generatoren in Frequenzteilerketten und ermöglichte so polyphones Spiel. Der Klang wurde subtraktiv mit Formantfiltern geformt. Im Aufbau kann sie durch diese Charakteristika als sehr nahe Verwandte der Toccata-Orgel angesehen werden. Obwohl behauptet wurde "its tones and resources are so like those of a pipe organ that lay hearers are usually deceived"²⁴ geben Vinylaufnahmen einen anderen Eindruck. Gegenüber der Toccata-Orgel oder den französischen Geräten war sie dafür technisch nicht aufwendig genug, und selbst spätere Modelle sind klanglich weit entfernt.²⁵

Neben diesen gab es weitere orgelähnliche Instrumente, aber der Großteil der konstruierten Instrumente war experimenteller Natur (Vgl. Tabelle zu elektronischen Musikinstrumenten im Anhang unter Punkt 6).

2.1.4 Heimorgel und elektronische Musik

Nach dem zweiten Weltkrieg wandelte sich das Bild und der Markt für imitierende elektronische Instrumente wuchs stetig.²⁶ Eigenbau und Kauf einer Heimorgel zum Basteln und privaten Musizieren im Zuge der Technologisierung des gesamten



Abb. 16: "Golden Moments ... Precious Moments", Prospekt für die US-amerikanische Elektro-Orgelmarke Minshall, 1950er



Abb. 17: Titelblatt "Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau", R. Böhm 1961

23 KÜHNELT 1980, 64, 68; DONHAUSER 2007, 69ff. [INTERNET 5] <http://120years.net/the-electrochordoskar-vierlinggermany1933/> [19.09.2014].

24 DORF 1961, 46.

25 DORF 1961, 262, 306; KOCK 1978, 37.

26 KÜHNELT 1980, 70: "Diese Instrumente eroberten binnen weniger Jahre einen Marktanteil unter den Musikinstrumenten, den selbst größte Optimisten nicht für möglich gehalten hätten." ebd. 71 "1960 waren auf der Fachmesse in Chicago bereits 40% der ausgestellten Instrumente 'electronics'."

Lebens waren sehr beliebt (Vgl. Abb. 16 und 17). Dies traf den bürgerlichen Zeitgeist, so dass die exzentrische Aura der elektronischen Instrumente sich zu der einer etwas biederen Gebrauchsgeräteästhetik wandelte. Die erreichten Klangbilder konnten in keiner Weise mit einer Pfeifenorgel oder den Möglichkeiten der Toccata-Orgel verglichen werden. Durch Kriegszerstörungen wurden in vielen Kirchen die günstigeren elektronischen Orgeln eingesetzt und auch in der Unterhaltungsindustrie wurden sie für Tanzkapellen und für Radioübertragungen²⁷ verwendet. Im Radio fiel der Unterschied in der Qualität der Akustik nicht so stark ins Gewicht, diese waren mit einem oder maximal zwei Lautsprechern ausgestattet und boten von jeher kein mit den traditionellen Instrumenten gleichzusetzendes Klangerlebnis.²⁸

Demgegenüber entwickelte sich eine Nachfrage nach den teils sehr speziellen Klangfarben und Möglichkeiten der Instrumente für Hörspiel, Bühnen- oder Filmmusik. So wurden weltweit wissenschaftlich-musikalische akustische Labore gegründet - wie das Labor für musikalisch-akustische Grenzgebiete des RFZ in Berlin-Adlershof - in denen neben elektronischen Musikinstrumenten und Magnetbandgeräten auch die ersten Computer zur Erforschung des Klangs eingesetzt wurden (Vgl. Tabelle zu elektronischen Musikinstrumenten im Anhang unter Punkt 6).

Die Weiterentwicklung der Röhrentechnik bedeutete nicht nur eine stetige Verbesserung der elektrischen Eigenschaften dieser Bauelemente, sondern sie linderte auch ein wenig ihre wesentlichen Nachteile: hoher Energieverbrauch, großer Platzbedarf, starke Wärmeentwicklung. Dies bedeutete für den Bau elektronischer Musikinstrumente, dass die Anzahl der Röhren möglichst gering bleiben musste. Die Entwickler zwang dies zu großer Kreativität beim Entwurf ihrer Schaltungen, was mit ein Grund für die Vielfalt der Instrumente zwischen 1920 und 1960 ist. Mit der Verbreitung der Transistoren im Laufe der 50er Jahre ging eine umfassende Preissenkung elektronischer Geräte einher. Die dadurch einsetzende Verdrängung der Elektronenröhre veränderten auch das Segment der elektronischen Orgeln grundlegend.²⁹

2.1.5 Neue Experimente - Synthesizer und Computermusik

Bis in die 1970er Jahre wurde unter einem elektronischen Musikinstrument vor allem ein Mitglied der Familie der elektronischen Orgeln verstanden.³⁰ Synthesizer und Sampler erschienen zwar bereits um 1950 in einigen akustischen

27 Vgl. Artikel von J. Lamke o.J. zur NDR Funkorgel, Hamburg [INTERNET 6] http://www.sim.spk-berlin.de/uploads/03-forschung-jahrbuch/SIM-Jb_1995-11.pdf [12:24:55].

28 BÖHM 1961; TÜNKER 1977; ENGEL 1982; EBINGER 1985.

29 BATES 1988, 9.

30 SCHELLEN 1973, 9.

Versuchslaboren - ihren Durchbruch brachte erst die Einführung der Steuerung des Tons mit Hilfe einer angelegten Spannung (VCO - Voltage Controlled Oscillator) 1963.

Grundlegende Funktionsbereiche wie Frequenz (Tonhöhe), Filter (Obertöne, Klang) und Amplitude (Lautstärke, Hüllkurve ADSR "attack, delay, sustain, release") wurden so z.B. über Tastaturen, Drehknöpfe und Schalter in Echtzeit steuerbar. Die Beliebtheit der Synthesizer in den 1970ern schlug sich nieder in dem verbreiteten Wunsch bedeutender Bands, diese zu erproben. Oft scheiterten sie jedoch an dem noch notwendigen Maß an Kenntnis der Elektronik. Besonders die Technik der polyphonen Synthesizer beruhte dabei weitestgehend auf den Erfahrungen und Erkenntnissen aus dem Bau elektronischer, polyphoner Orgeln. So wurden z.B. Frequenzteilerketten eingesetzt aber auch die Erkenntnisse zur Formung von Ein- und Ausschwingvorgängen für das ADSR. Die Vorstellungen, welche die Erfindung und Entwicklung elektronischer Musikinstrumente seit der Anfangszeit begleitet hatten, Ton und Klang nach Wunsch herstellen und beeinflussen zu können, wurden greifbarer.³¹

Diese Zeit war zudem gekennzeichnet durch die Miniaturisierung der Transistortechnik. Der Übergang zu integrierten Schaltungen und der rein digitalen Erzeugung und Modulation der Klänge am Ende des Jahrzehnts mit Hilfe von Samplern und Computern war die praktische Folge. Das Interesse an elektronischen Orgeln nahm stetig ab, und letztlich wurden sie von diesen Geräten abgelöst.³² Heute werden viele ältere Instrumente gerade auf Grund ihres sehr eigenen Klanges von Künstlern eingesetzt. Obwohl sie technisch eigentlich überholt ist, bleibt der Analogtechnik und insbesondere der Röhrentechnik bis heute in bestimmten Bereichen ein Nischendasein erhalten.

31 BATES 1988, 9-11; BACON 1981, 94, 104, 112.

32 BACON 1981, 90.

3 Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft

Die Toccata-Orgel stellt einen interessanten Hybriden dar - als Musikinstrument besonders den ästhetischen Sinnen obliegend, als elektrotechnische Konstruktion eher dem Reich der Maschinen zugehörig, werden diese beiden Ebenen durch die nicht greifbare Ausdrucksform, den Klang und das Spiel, verbunden.

Andererseits weist die physikalische Existenz selbst auf einen Widerspruch der sich kaum überbrücken lässt und die Faszination ausmacht: Solide handwerkliche und nachvollziehbare Strukturen aus Holz und Metall im starken Kontrast mit kleinteiligen und oft nicht einsehbaren Aufbauten der Schaltungen und massenproduzierten Bauteile.

Diese verschiedenen Seiten verbinden sich in den meisten der frühen elektronischen Musikinstrumente und stellen eine Herausforderung an restauratorische Überlegungen dar. Bisher scheint es nur wenige Veröffentlichungen zu diesem spezifischen Thema zu geben. Anders als etwa bei modernen Datenträgern, die eine Auseinandersetzung mit dem Ephemeren, der Reproduzierbarkeit und Authentizität eines Objektes einfordern, existiert für den Erhalt elektronischer Instrumente und ihres Klanges unter diesen Gesichtspunkten noch kein Diskussionsraum.

Neben diversen historischen Abhandlungen zu elektronischen Musikinstrumenten (z.B. DONHAUSER 1997, HOLMES 2012) ist im Bereich der Restaurierung wenig zu finden. Einige Artikel und vor allem eine langjährige Studie am Pariser Musée de la Musique sind zu nennen (RAMEL 2001, LOEPER-ATTIA et al. 2009), zu der jedoch keine monographische Veröffentlichung erschienen ist.

3.1 Ethische Grundlagen: Codices

Ausgehend von den Erfahrungen, dass zum einen eine vermehrte Auseinandersetzung mit Wissensthemen zu einem Bewusstsein dessen führt, was alles nicht bekannt ist, und dass zum anderen Menschen überwiegend das zu sehen in der Lage sind, was ihnen bereits bekannt ist, ist es auch in der Restaurierung notwendig, Verhaltensrichtlinien aufzustellen und entlang gesellschaftlicher Entwicklungen fortlaufend zu diskutieren. Für den Umgang mit überkommenen, die kulturelle Identität stiftenden Sachzeugnissen wird ein Fundament an Regeln als Ausgangspunkt sowie ein Gerüst für die argumentative Darlegung der Vorgehensweise benötigt.³³

Bedeutende Vorarbeit für die heute anerkannten Grundsätze leisteten im deutschsprachigen Raum Alois Riegl³⁴, der unterschiedliche Ebenen beschrieb, auf denen ein Kulturzeugnis wirken und wahrgenommen werden kann, und Georg Dehio,

³³ HUBER 1997, 19; ALTHÖFER 1982, 12.

³⁴ RIEGL 1988, 47ff, 62ff; DEHIO 1988, 98.

dessen Forderung "nicht restaurieren, wohl aber konservieren"³⁵ sich bis heute in den Debatten wieder findet. Beide sind mit ihren Theorien aktualisiert, verworfen und neu interpretiert worden, und behaupten so weiterhin ihre Bedeutung.³⁶

Seit den 1980er Jahren setzte eine Wandlung des Berufsbilds zu einer Wissenschaft der Restaurierung ein. Durch vermehrte Einrichtung von Hochschulstudiengängen, der Verfolgung interdisziplinärer Arbeitsansätze und intensiver Auseinandersetzung mit ethischen Themen veränderten sich sowohl die theoretische als auch die praktische Herangehensweise.³⁷

Nach diversen Debatten um die großen Prinzipien - minimale Eingriffe, Reversibilität, Integrität des Originals - setzte sich die Erkenntnis durch, dass diese weniger als Arbeitsanweisungen oder Gebote zu verstehen seien, denn als Zielsetzungen. Im Hinblick auf diese können für jedes Objekt zu dessen Herausforderungen geeignete Handlungsweisen entwickelt werden.³⁸

ASHLEY-SMITH begründete in einem 2004 wieder veröffentlichten Artikel von 1982 die Notwendigkeit von ethischen Grundsätzen mit dem Vertrauen, welches denjenigen von Außenstehenden entgegengebracht wird, die sich solcher Codices bedienen. Auch wenn die Abhängigkeit des Selbstverständnisses der Gesellschaft vom Erhalt ihrer Kulturgüter weniger drastisch erscheinen mag als es das im verwendeten Beispiel von Ärzten und Patienten der Fall ist, wird deutlich, mit welchem Unverständnis oftmals der Bedeutung des Besitzes von Kulturgütern begegnet wird. Ein Werkzeug mit dessen Hilfe mehr Bewusstsein geschaffen werden könne ist daher die Festlegung, Diskussion und wiederholte, deutliche Proklamation von ethischen Handlungsgrundlagen.³⁹

Ein ähnlicher Punkt wird von NARKISS 2009 angesprochen, wenn sie von dem naiven Vertrauen der Besucher in die Echtheit des Objektes, Kraft der sozial etablierten Idee der Institution Museum, spricht. Die materielle Existenz spiele bei dem Prozess der Realitätsfindung eine bedeutende Rolle und ermögliche eine laufende Neudefinition der Beziehungen zwischen Menschen und Gegenständen. Jedoch ließen sich die so entstehenden Vorstellungen nicht auf Form und Funktion begrenzen. Emotionale und ideelle Ebenen fügten das Dingbild erst zu einem sozial bedeutsamen Ganzen. Da Konservierung immer auch der besseren Verständlichkeit bestimmter Bedeutungen gewidmet sei, müsse sich die Auswirkung von Objekt-Behandlungen auf alle Ebenen bewusst gemacht werden, um keine der möglichen Erfahrungen zu verhindern.⁴⁰

35 RIEGL 1988, 47ff, 62ff; DEHIO 1988, 98.

36 NOEVER et al. 2010, "Riegl Revisited"; PETZET et al. 1994, "Vom modernen zum postmodernen Denkmalkultus?"; JANIS 2005, "Restaurierungsethik im Kontext von Wissenschaft und Praxis"

37 ALTHÖFER 1982, 14; KELLER 2003, 83; KELLER 2010, 86-7.

38 HUBER 1984, 118-20; CAPLE 2000, 63-5; MUÑOZ-VIÑAS 2009, 33, 38; MUÑOZ-VIÑAS 2011, 56.

39 ASHLEY-SMITH 1982, 12.

40 NARKISS 2009, 237, 242.

Was HUBER 1984 fordert, dass es "wichtiger sei [...], das bearbeitete Werk im historischen Kontext richtig einordnen zu können und es den heutigen Menschen so zu vermitteln, dass der Zugang zu einem unverfälschten Geschichtsbild möglich sei"⁴¹, wird von NARKISS 2009 mit dem Prinzip der Glaubhaftigkeit des Verhältnisses von Material und Aura zueinander als Beurteilungskriterium von Restaurierungen eher zurückhaltend umschrieben. Demgegenüber setzt MUÑOZ-VIÑAS 2009 dieses Bewusstsein bereits voraus, erwartet jedoch von Restauratoren die Aufgabe der seiner Ansicht nach fälschlich angenommenen Neutralität und mehr Realismus im Umgang mit der Tatsache, dass ein Eingriff in ein Objekt immer mit dessen Veränderung einhergeht und die Entscheidung, welcher Bedeutungsebene der Vorzug gegeben wird, nicht nur auf objektiver Basis gefällt werden könne.⁴²

Aus diesen theoretischen Diskussionen wird deutlich, dass sich das Restaurieren immer um die vielschichtige Auseinandersetzung mit dem Objekt und seiner möglichen Bedeutungen für die Menschen dreht. Die Erkenntnis der immanenten Fehlbarkeit jeglicher Eingriffe muss zu einem kritisch geprüften und von außen nachvollziehbaren Entscheidungsprozess führen. An dessen Ende steht das Ideal eines Kompromisses: zwischen den physikalischen Gesetzen von Zeit und Zerfall und den gesellschaftlichen Bedingungen, kulturelle Werte zu erhalten.

3.1.1 Erhalt von Musikinstrumenten: der Aspekt der Spielbarkeit

Die Diskussion um die Wiederspielbarmachung von Musikinstrumenten ist seit mehreren Jahrzehnten zentrales Thema sowohl in restauratorischen als auch musikwissenschaftlichen Kreisen. Für letztere scheint es dabei um die Definition der Authentizität in der Aufführungspraxis zu gehen, die "zwar anzustreben sei, [deren] Erreichen aber eine Illusion bleiben müsse".⁴³ In der Literatur zur Musikinstrumentenrestaurierung wird wiederholt auf die Polarisierung zwischen den zwei Standpunkten hingewiesen: die materialerhaltende Konservierung mit möglichst geringfügigen Eingriffen steht dem Erhalt oder der Restaurierung der Spielbarkeit gegenüber.⁴⁴

Einvernehmlich wird der Beginn einer Wahrnehmungsveränderung auf die 1970er Jahre datiert. Demnach sei es bis dahin in Museen selbstverständlich gewesen, alte Instrumente zum Zwecke der musikalischen Nutzung basierend auf handwerklichem Verständnis und rückblickend naiv erscheinende Art und Weise zu reparieren. Im Zuge der Auseinandersetzung mit authentischer Aufführungspraxis

41 HUBER 1984, 124.

42 NARKISS 2009, 241; MUÑOZ-VIÑAS 2009, 37; MUÑOZ-VIÑAS 2011, 53-4.

43 NEUBARTH 2004, 229: Zitat Gutknecht, Artikel "Aufführungspraxis" in Musik in Geschichte und Gegenwart, Bärenreiter Kassel 1994.

44 KARP et al. 1997, 6; BARCLAY 2001, 468; NEUBARTH 2004, 233-242; KÖRNDLE et al. 2011, 20; TIELLA 2010, 76.

der sogenannten "Alten Musik" habe auch der Umgang mit den oftmals verwendeten historischen Instrumenten eine erhöhte Aufmerksamkeit erhalten.⁴⁵

Ein Umdenken auf restauratorischer Seite ergab sich dadurch, dass viele der so behandelten Instrumente auf lange Sicht in der Substanz beschädigt oder wiederum unspielbar in die Hände der nächsten Generation Restauratoren gelangten. Die zu dem Zeitpunkt einsetzende Ausrichtung der Restaurierung hin zu einer Wissenschaft im Gegensatz zum Handwerk trug außerdem maßgeblich dazu bei, dass Handlungsrichtlinien sich zugunsten von präventiver Konservierung und minimalinvasiven oder möglichst reversiblen Restaurierungen änderten.⁴⁶

Besonders gegen den Widerstand von Kuratoren und Musikern, aber auch der Öffentlichkeit, würde seither daran gearbeitet, die Einstellung zu ändern, nur ein klingendes Musikinstrument sei ein "lebendiges", aussagekräftiges musikgeschichtliches Dokument und dadurch erfahrbar. Diese emotional aufgeladene Betrachtungsweise stünde dabei einem objektiven und verantwortungsbewusstem Umgang, der die Materialität als relevante und ebenbürtige Informationsquelle anerkennt, entgegen. Der museale Auftrag zu bewahren müsse auf den unbeeinträchtigten Erhalt dieser Materialität zielen. Klang sei ein wichtiger Teilaspekt aber letztlich bedingt durch die Substanz.⁴⁷

Es müsse ebenso die Erkenntnis verankert werden, dass ein Musikinstrument durch den Wechsel aus der privaten Sphäre in die öffentliche auch eine Statusänderung erfährt, die eine Neuregelung des Umgangs impliziert.⁴⁸

Aus der Geschichte der Restaurierung ist bekannt, dass der Umgang mit Kulturgut auch bei größter Bemühung stets zeitlich verhaftet und persönlich beeinflusst bleibt. Sowohl DUGOT 2000 als auch KARP et al. 1997 machen deutlich, dass neben der Verantwortung gegenüber dem heutigen Publikum auch die für das zukünftige Beachtung finden muss. HELLWIG 2000 weist auf den "Canadian Code of Ethics" von 1986 hin, in dem diese Verantwortung als Balanceakt zwischen der Notwendigkeit der gesellschaftlichen Nutzung von Kulturgut einerseits und dem Erhalt für die Nachwelt andererseits dargestellt wird.⁴⁹

Hier wird, obwohl es unter musealen Gesichtspunkten keine Unterschiede zwischen Instrumenten und anderen Objekten geben sollte, von mehreren Seiten festgestellt, dass die Behandlung von Musikinstrumenten zumeist nicht den ethischen Standards entspricht, die in anderen Bereichen bereits außer Diskussion stehen. Es sei trotz bekannter Nachteile gängig, historische Instrumente spielbar

45 KARP et al. 1997, 2; NEUBARTH 2004, 229; BARCLAY 2005, 27; KIRSCH 2011, 130; OEY 2006, 1.

46 KARP et al. 1997, 2; BROWN 2011, 83; POLLENS 1997, 47; BÄR 2000, 32; NEUBARTH 2004, 243.

47 POLLENS 1997, 48; KÖRNDLE et al. 2011, 20; DUGOT 2000, 122; HUBER 1997, 21, 28; OEY, 2006 2; STEIN 2004, 32; VAN DEN BEUKEL 2006, 91; BÄR 2000, 33.

48 BARCLAY 1997, Preface; DUGOT 2000, 122.

49 KARP et al. 1997, 2; HELLWIG 2000, 11; DUGOT 2000, 122.

zu machen. HUBER beklagt 1997, dass die "Anwendungen denkmalpflegerischer Grundprinzipien bei der Restaurierung von Musikinstrumenten wohl eher die Ausnahme"⁵⁰ seien. Und auch DIPPER 2010 bemerkt, "Certainly [Conservation] has the fewest practitioners at this time",⁵¹ fast fünfzehn Jahre später.⁵²

Gleichzeitig schreiben KARP et al. 1997, dass die Gefahren und Nachteile gleichermaßen anerkannt seien wie die bekannten positiven Aspekte des Spiels, und auch HELLWIG 2000 meint, dass die Wiederspielbarmachung nicht mehr die einzige Antwort auf die Frage nach dem Umgang sei. Die Vermittlung der Informationen, die durch Dokumentation und Auswertung des Instruments, inklusive einer Kopie, erhalten werden können, sei eine ernst zu nehmende Alternative. Zudem sei erwiesen, dass eine gute Kopie für den Musiker die bereicherndere Option sei. POLLENS 2000 und BROWN 2011 sind sich einig, dass es in den letzten Jahren eine ausgeprägte Tendenz unter Restauratoren gegeben habe, Eingriffe grundsätzlich zu unterlassen. Vor dem Hintergrund weiterhin auftretender Fälle von gravierendem Substanzverlust würden präventive Konservierung und rein wissenschaftliche Auseinandersetzung als einzige Möglichkeit betrachtet, dem Verlust von Informationen vorzubeugen.⁵³

Diese Diskrepanz lässt sich zum einen durch museale Strukturen erklären. Da Kuratoren und Museumsleitungen Entscheidungen meist vor gänzlich anderen Hintergründen trafen, gäbe es fundamentale Interessenkonflikte, bei denen die Restauratoren entweder den Kürzeren ziehen oder von vornherein ausgeschlossen würden. Zum anderen sind Theorie und Ethik oftmals idealisierte Betrachtungen, die in der Praxis an diversen Hürden wie dem Stifterwunsch oder wirtschaftlichen Aspekten scheitern. Im Privatbereich gäbe es dem umfassenden Wunsch Instrumente zu nutzen, von vornherein weniger entgegen zu setzen.⁵⁴

Es ist bekannt, dass sowohl Restaurierungskonzept als auch wissenschaftliche Auswertung auf der Interpretation der vorgefundenen Eigenschaften und Merkmale beruhen. Es müsse daher laut JURGENSON 2000 vornehmliches Ziel sein, dass nach jeder Bearbeitung, bei jeder neuerlichen Befragung des Instruments, die Möglichkeit der Deutung der authentischen Informationen erhalten geblieben sei. Gleichfalls bestätigen KARP et al. 1997 sowie HUBER 1997, dass Veränderungen der materiellen Substanz es nachfolgenden Wissenschaftlern erschwere oder unmöglich mache, einwandfreie Untersuchungen durchzuführen. Im schlimmsten Falle gingen Qualitäten, die heute auf Grund mangelnden Wissens nicht erkannt werden, unwiederbringlich verloren.⁵⁵

50 KARP et al. 1997, 2; HUBER 1997, 18.

51 DIPPER 2010, 89.

52 HELLWIG 2006, 4; BROWN 2011, 86; BARCLAY 1997, Preface.

53 KARP et al. 1997, 2; HELLWIG 2000, 11-12; POLLENS 2000, 47; BROWN 2011, 84; OEY 2006, 8.

54 POLLENS 2000, 48, 5; BARCLAY 2000, 14; KIRSCH 2011, 129; VAN DEN BEUKEL 2006, 90-91; HUBER 1992, 5; BEAR 2010, 64; DIPPER 2010, 86.

55 KARP et al. 1997, 4; HUBER 1997, 21; JURGENSON 2000, 331, 334; BARCLAY 2000, 18.

Wenn nicht auf der Grundlage der von internationalen Institutionen festgelegten, über Jahrzehnte immer wieder überprüften Grundsätze im Umgang mit Kulturgut ein durchdachtes Konzept erstellt würde, könne es daher leicht zu einer Fixierung auf die Spielbarkeit und zu einhergehenden Verlusten kommen. Diese Beeinträchtigung der historischen Aussagekraft verhindere so weitere fundierte Auseinandersetzungen mit dem Instrument und schließlich auch einen authentischen Klang.⁵⁶

Nichtsdestotrotz gehören nach KARP et al. 1997 Musikinstrumente zu den "funktionierenden" Objekten, deren Klang zumeist auch Herstellungsgrund sei, und so maßgebliche Information. Der Prozess des Spielens stellt ebenso eine kulturhistorisch bedeutende Interpretation dar wie eine naturwissenschaftliche Untersuchung. BARCLAY 2005 meint dazu, dass zwar präventive Konservierung mit dem Ziel des Materialerhalts für Musikinstrumente anzustreben sei, jedoch keiner der beiden Standpunkte, die Betrachtung als reines Klanginstrument und die als rein materielle Informationsquelle, kompromisslos eingenommen werden könnten. Jede Entscheidung in die eine Richtung gehe zu Lasten der anderen und ziehe eine Schmälerung des historischen Ausdrucks nach sich, so dass er der Ansicht sei, die Unvereinbarkeit oder Widersprüchlichkeit zu betonen sei einer sinnvollen Lösungsfindung abträglich. Hilfreicher wäre, die Parameter für eine Behandlung genauer zu definieren und dadurch objektiver zu gestalten. Nach DUGOT 2000 bedeutet ein Instrument ohne Beschränkung zu nutzen, es peu à peu aufzubrechen, er gesteht aber auch die Notwendigkeit einer gewissen Anzahl öffentlicher Vorführungen ein. Die Meinung, eine temporäre und unter konservatorischen Gesichtspunkten zu verantwortende Spielbarkeit anzustreben, wird auch von KÖRNDLE et al. 2011 geteilt.⁵⁷ Besonders BARCLAY betont an verschiedenen Stellen, dass sich die Restauratorengemeinde von der absoluten Konservierung ohne Eingriffe distanzieren solle zugunsten eines ausgeglichenen Verhältnisses von Erhalt und Nutzung.⁵⁸

Theoretisch herrscht zunächst Konsens, dass generell eine Wiederspielbarmachung abgelehnt werden sollte, aber aus der Verantwortung für die Vermittlung und wissenschaftliche Auswertung bestimmte Instrumente davon durch Kompromisse auszunehmen sind. In den meisten Museen wird eine festgelegte Anzahl von Konzerten im Jahr ausgerichtet; ob zu den von Restauratoren empfohlenen klimatischen und praktischen Bedingungen ist nicht festgehalten. Auch bleiben Details zu den Bedingungen (wie häufig ein Instrument gespielt werden darf, ob und wie klimatische Bedingungen und Transport kontrolliert werden, nach welchen Kriterien Instrumente für die Bespielung ausgewählt werden) zumeist unerwähnt. Mehr oder minder regelmäßig auftretende Schreckensgeschichten würden die andauernde

56 KARP et al. 1997, 2; HUBER 1997, 18, 20.

57 KARP et al. 1997, 2; HUBER 1997, 25; BARCLAY 1997, Preface; BARCLAY 2000, 17, 19, 20; DUGOT 2000, 122; KÖRNDLE et al. 2011, 20.

58 BARCLAY 2000, 19; BARCLAY 2005; BARCLAY 2010, 72-73.

Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit dem Thema der Wiederspielbarmachung dabei deutlich machen.⁵⁹

Der Großteil der Veröffentlichungen ist bereits 15 Jahre alt, aber auch die neuesten spiegeln diese Ambiguität wieder. Einerseits wird die Notwendigkeit für mehr konservierende Arbeit betont, andererseits die größere öffentliche Wirkung geschätzt, wenn das Instrument "spielt und klingt".⁶⁰

Zu den Bedingungen für eine Wiederspielbarmachung werden im Grunde drei Bereiche angesprochen: der Zustand des Instruments und das Wissen über Herstellung, Funktion und Verwendung; die Bedingungen für die Nutzung und Bereitstellung für die Öffentlichkeit; die Qualität der Ausführung sowie der notwendigen Folgepflege.

Handelt es sich um ein robustes, gut erhaltenes Instrument, von dem mehrere Ausführungen existieren und das mit geringfügigen Eingriffen wieder spielbar zu machen ist, spreche dies für eine Restaurierung. Auch die Wahrscheinlichkeit wissenschaftlich nützlicher Informationen durch das Spiel kann Rechtfertigung sein. Von BARCLAY 2010 werden auch "romantisch"⁶¹ genannte Werte der Spielpraxis, wie Aura und Ausdruck, für eine Argumentation herangezogen. KARP et al. 1997 geben dabei zu bedenken, dass selbst für gut erhaltene Instrumente eine Wiederspielbarmachung leichter durchdacht als sicher ausgeführt sei. Wenn die notwendigen handwerklichen Fähigkeiten für eine hochwertige Ergänzung oder Restaurierung sowie eine kontrollierte, achtsame Nutzung nicht vorhanden sind, wenn regelmäßige Pflege und angemessene Aufbewahrung nicht garantiert sind, spreche dies gegen eine Wiederherstellung.⁶²

Kommt es trotzdem zu einer wiederherstellenden Restaurierung, sei es unabdingbar, entnommene Teile exakt zu dokumentieren und sicher aufzubewahren, als Quelle für spätere Analysen. Dieser Sicherheit wird aber die Abhängigkeit von den Interessen der Kuratoren oder Museumsleitungen attestiert.⁶³

Gegen Wiederherstellung und Nutzung sprechen zudem Unikatstatus; dass die genaue Funktion nicht bekannt ist und vermutlich nicht verständlicher wird; dass Abstriche im Klang durch den Zustand des Instruments zu erwarten sind. Zu guter letzt ist auch eine nicht erfolgende Studio-Aufnahme Grund eine Restaurierung zu unterlassen.⁶⁴

Als mögliche Alternativen werden von verschiedenen Seiten die Erstellung einer Kopie oder Replik vorgeschlagen. Besonders, da bekannt sei, dass der heutige

59 POLLENS 2000, 51; DUGOT 2000, 122; HOPFNER 2004, 15; ALTHÖFER 2000, 15; WACKERBAUER 2009, 11.

60 WILDER 2010, xxxii; BROWN 2011, 86.

61 BARCLAY 2010, 71.

62 KARP et al. 1997, 2-3, 5; BARCLAY 2010, 74; KIRSCH 2000, 130; BROWN 2011, 85; STEIN 2004, 32.

63 KARP et al. 1997, 4; BROWN 2011, 86; WITTMAYER 2011, 92-93; HUBER 1997, 20-21.

64 HUBER 1997, 21.

Klang eines historischen Instruments nicht dem direkt nach der Entstehung entsprechen. Diese sind einem Rückbau oder der Restaurierung vorzuziehen, da die neuen Instrumente unbeeinflusst von Jahrhunderten der Nutzung, klimatischen Einflüssen und technischen Eingriffen spielen - allerdings wird auch angemerkt, dass es ohne bekannten Klang schwierig sei, eine Kopie als solche zu definieren.⁶⁵

3.1.2 Erhalt von technischem Kulturgut: Funktion und Aussage

Im Vergleich mit dem Fachbereich der Musikinstrumente ist die Restaurierung von technischem Kulturgut oder Gegenständen der Industriekultur mit gut 30 Jahren eine relativ junges Feld. Obwohl Technik- und Wissenschaftsmuseen, die zunächst den Großteil dieser Objektfamilie beherbergten, deutlich älter sind, ging es in diesen Sammlungen vornehmlich um Erklärung von Funktion und Demonstration von technischen Wirkprinzipien. Die Gegenstände wurden daher, bis hin zu einzigartigen Artefakten, als Stellvertreter angesehen und nach Möglichkeit in Betrieb genommen. Für die Pflege sind selten Restauratoren verantwortlich gewesen.⁶⁶

Der Widerspruch zwischen der grundlegenden musealen Aufgabe, neben dem Sammeln und Präsentieren von Zeitdokumenten diese auch zu erhalten, sowie den durch Betrieb verursachten Abnutzungs- und Verschleißerscheinungen führte ab den 1980er Jahren verstärkt zu Debatten um die Art des Umgangs. KÜHN und MANN setzten sich 1989 damit auseinander, worin die Unterschiede in der Wahrnehmung und, daraus folgend, der musealen Behandlung von technischen Objekten im Vergleich zu denen der schönen Künste, der Archäologie, der Archive etc. begründet sind. Obwohl ihre Anerkennung als Quellen schon viel früher als Ziel formuliert wurde, dauerte es bis in die 1970er, dass die Praxis dadurch beeinflusst wurde.⁶⁷

Ausgehend davon, dass die ursprüngliche Bestimmung zur Funktionsausübung Quelle des Verständnisses des Wesens der Objekte ist, folgert MANN 1989, dass Technikmuseen einen anderen Auftrag gegenüber der Öffentlichkeit besitzen und daher den ideellen, funktionellen Inhalten der Objekte den Vorzug vor dem Materialerhalt geben. Obwohl es im Selbstverständnis der Museen sehr wohl darum geht mit Hilfe der Objekte Kultur zu definieren sei es de facto so, dass die Einzelobjekte nicht als historische Quellen anerkannt und behandelt würden. Für einen ehrlicheren Umgang muss die Fragestellung zunächst also nicht lauten ob, sondern in welchem Ausmaß und unter welchen Umständen die Funktion demonstriert wird, damit eine didaktisch und museologisch sinnvolle "balance ... between the medium-term needs of exposition and the long-term needs of preservation"⁶⁸

65 KARP et al. 1997, 6; NEUBARTH 2004, 238; STEIN 2004, 32; HUBER 1997, 19-20.

66 MANN 1989, 38, 40-1; KELLER 2010, 87; HALLAM 1995, 318; KOESLING 2005, 10.

67 KÜHN 1989; MANN 1989; KOESLING 2005, 11.

68 MANN 1989, 384.

erlangt werden könne.⁶⁹

Während KÜHN 1989 den gewachsenen Umgang mit technischen Objekten ähnlich aus dem musealen Umfeld ableitet wie MANN 1989, ist es sein Anliegen darzustellen, aus welchen Gründen sie dennoch nach den gleichen Prinzipien behandelt werden sollten wie andere historische Artefakte. Grundlegend sind dabei der Begriff der Authentizität - der hier mit Glaubhaftigkeit und Natürlichkeit gleichgesetzt wird - sowie eine objekt- und nicht genusspezifische Betrachtungsweise.⁷⁰

Obwohl KÜHN 1989 zugesteht, dass Kompromisse gemacht werden müssen, setzt er sich unter Verweis auf Reversibilität, minimale Intervention sowie zeitliche und subjektive Verhaftung für einen neuen Umgang mit technikgeschichtlichen Objekten ein.⁷¹

MANN 1989 beschreibt, wie Industriekultur als Stellvertreter für allgemeine historische Entwicklungen präsentiert wird, anstelle die Objekte für sich selbst sprechen zu lassen. Da so lediglich abgebildet werden könne, was bereits an Baureihen oder Umständen historisch bekannt sei, könnten die Gegenstände nicht als eigenständige Verweise auf ihre Kultur und Zeit wahr genommen werden. Dies führe lediglich zur Bestätigung des status quo, nicht zu unvoreingenommener Auseinandersetzung.⁷²

Obwohl er diesen Zustand erkennt ist ihm weniger an einer Änderung des Umgangs als an einem Eingeständnis gelegen, dass mit zwei Standards gearbeitet würde. Im Gegensatz dazu fordert KÜHN 1989, dass die Wesensänderung der Gegenstände der Wissenschaft und Technik durch den Übergang in den Museumskontext auch eine Wandlung auf praktischer Ebene nach sich ziehen muss.⁷³

Um diese für Auswertungen nutzen und weitergeben zu können, aber auch um ihre Identität zu respektieren, muss ihre materielle und ideelle Authentizität definiert und erhalten werden. Authentizität ergibt sich hauptsächlich aus der Oberfläche; die dort durch Gebrauch und Alterung gesammelten Spuren entsprechen Informationen, die es dem Betrachter ermöglichen, intuitiv und intellektuell⁷⁴ eine Einordnung vorzunehmen, und dem Objekt, die Einheit mit der eigenen Geschichte zu wahren. Um diese wissenschaftlichen und privaten Auseinandersetzungen zu gewährleisten, ist der Erhalt der Oberfläche des letzten Gebrauchs in ihrer Aussage und historischen Bedeutung grundlegend.⁷⁵

69 MANN 1989, 44-6; MANN 1994, 134, 137.

70 KÜHN 1989, 390, 393, 405.

71 KÜHN 1989, 397, 401, 405.

72 MANN 1994, 131.

73 MANN 1994, 131, 137; KÜHN 1989 389, 392.

74 Vgl. VAN DE WETERING 1982.

75 KÜHN 1989, 393, 395, 398.

Ähnlich argumentieren daraufhin erscheinende Veröffentlichungen zu dem Thema, so dass der Einfluss dieses Textes ersichtlich wird. Obwohl Konsens über das notwendige Vorgehen zu herrschen scheint, wird immer wieder die vorgefundene oder zunehmende oder weiterhin unangemessene Praxis beklagt.⁷⁶

Der Wunsch der Besucher nach betriebenen Ausstellungsobjekten wird an mehreren Stellen erwähnt, und als aufklärungsbedürftig beschrieben. Die Aufgabe des Museums bestünde nach KÜHN 1989 gerade darin, den Besuchern zu vermitteln, dass Verständnis nicht nur durch Demonstration und Einordnung erlangt werden könne, sondern auch durch die Beschäftigung mit der Aura. Zeichnungen, Beschreibungen oder eine Rekonstruktion seien zweckdienliche Ergänzungen, während Funktionswiederherstellungen oder Assemblagen teilhafter Objekte eine Simulation darstellen und die vollzogene Bedeutungsänderung negierten.⁷⁷

Eine grundsätzliche Bearbeitung der Gegenstände wird nicht abgelehnt, aber das gerechtfertigte Ausmaß wird unterschiedlich argumentiert. Da jeglicher Eingriff eine erneute Veränderung bedeutet und es logisch unmöglich ist, einen materiellen Gegenstand in einen vorherigen Zustand zurückzuführen, wird nach KÜHN 1989 durch eine Restaurierung die direkte Beziehung zwischen Aussehen und Alter zerstört; das Objekt entspricht weder einem originalen vergangenen Zustand noch dem aktuellen; Authentizität würde simuliert. Er erkennt allerdings die Notwendigkeit von Kompromissen an.⁷⁸ KOESLING 2005 geht von ähnlichen Zusammenhängen aus, ist jedoch weniger radikal. Seiner Ansicht nach ist es sogar geboten manche Spuren bewusst zu ändern. Aufgabe des Restaurators sei es, das Objekt lesbar zu machen; minimale Eingriffe im Sinne einer reinen Konservierung würden eine Unverhältnismäßigkeit z. B. zugunsten von Vernachlässigungsspuren bewirken, so dass gut begründete Entscheidungen für einen verändernden Eingriff der historischen Aussage eher gerecht würden.⁷⁹ Mit der Ansicht, dass es legitime Gründe für eine Funktionswiederherstellung gibt, liegt MANN 1989 am anderen Ende des Spektrums. Er stellt zwar diverse Bedingungen auf, konstatiert aber, dass der einhergehende Substanz- und Informationsverlust durch den Auftrag der Technismuseen - "to explain how things work"⁸⁰ - zu rechtfertigen sei.⁸¹ Diese Ansicht wird auch von CAPLE 2000 geteilt, allerdings auf anderer Grundlage. Er beschreibt den Charakter der im weitesten Sinne funktionierenden Objekte als dreigeteilt: Sie seien als historisches Dokument, ästhetisches Gebilde und kinetische Kommunikationsträger erfassbar. Neben Zweck und Nutzungszusammenhang stünden der Geist und die Ahnung⁸² von einem Objekt auf gleicher Bedeutungsebene, die sich

76 GÖTZ 1990, 17, HALLAM 1995, 308, 311; CAPLE 2000, 143-4; KOESLING 2005, 9.

77 KÜHN 1989, 390, 392, 395, 397; MANN 1994, 136.

78 KÜHN 1989, 391, 393-4, 399.

79 KOESLING 2005, 12-13.

80 MANN 1989, 42.

81 MANN 1994, 137, MANN 1989, 45.

82 Es scheint ihm wie auch HUBER 1994 zu Musikinstrumenten um einen Gegenpol zu naturwissenschaftlich erfassbaren und nach westlichem Verständnis beweisbaren Eigenschaften, um eine emotionale Lesart, zu gehen.

in Geruch, Geräusch und Ansicht z.B. einer Bewegung ausdrücken können. Es geht im also nicht um die Erklärung der Prozesse, eher um das holistisch erfahrbare Wesen der Objekte.⁸³

Ganz andere Bedingungen finden sich im Bereich der Restaurierung moderner Kunstinstallationen: hier nimmt der Umgang mit der verwendeten "Hardware" - Computern, Videogeräten, Fernsehern, Kassettenrekordern - einen großen Platz ein. "Obsolescence is the sister of [...] technology"⁸⁴ - durch die Geschwindigkeit der Elektronikentwicklung könne dem Anspruch des Erhalts nicht Genüge geleistet werden, sondern nur dem auf "Funktion" des Kunstwerks. Auf die Spitze getrieben ist es im Computerbereich: Ist die Funktion verloren, muss ausgetauscht werden, sonst ist die Kernaussage des Objektes nicht mehr erreichbar. Es ist bisher nicht möglich PCs und ihre Bauteile - Elektrotechnik - zu restaurieren.⁸⁵

Andererseits werden für die Restaurierung mechanischer, bewegter Kunst inzwischen Richtlinien und Anwendungsbeispiele für den Austausch nicht mehr funktionierender Teile aufgeführt. Gerade der Unterschied zu etablierten Restaurierungsfeldern im praktischen Umgang, trotz ethisch gleicher Hintergründe, kann auf die Möglichkeit hinweisen, auch für Fragen des Erhalts von Elektrotechnik einen Umgang zu finden.⁸⁶

3.1.3 Restaurierungspraxis

Um Vergleiche ziehen zu können und Anhaltspunkte für die Planung praktischer Maßnahmen zu finden, wurde nach Veröffentlichungen zum Erhalt von elektronischen Musikinstrumenten gesucht. Es gibt diverse Bücher, die auf die Reparatur noch in Nutzung befindlicher Privatinstrumente abzielen; sie reichen von den Anfängen der Heimorgelpopularität der 1950er bis in die Digitalisierungswelle der 1980er.⁸⁷

In der Restaurierungswissenschaft ist bisher nicht viel zu diesem Thema geschrieben worden. Der Artikel "The Preservation of Electronic Music Instruments" von H. Davies, der Komponist war und die Sammlung elektronischer Musikinstrumente des Gemeentemuseum in Den Haag betreute, ist vornehmlich kuratorischer Natur. Außerdem sind zwei Veröffentlichungen aus dem Musée de la Musique in Paris erhältlich, die die Entwicklung geeigneter Konservierungsmethoden durch S. Ramel und ihre Mitarbeiter behandeln, "Conservation and Restoration of electroacoustic musical instruments at the Musée de la Musique" und "Conservation-restauration

83 CAPLE 2000, 140-1.

84 DELL'AQUILIA et al. 2005, 177.

85 STERLING 2003, 19; ZIRLEWANGEN 2011, 42ff.

86 PARDEY 1999, 261.

87 BÖHM 1961; EBINGER 1985, 4.

des matériaux constitutifs des instruments de musique du XXe siècle".⁸⁸

Möglicherweise von Nutzen könnte ein weiterer Titel aus dem Bereich der modernen Kunst sein, in denen Ausfall und Austausch elektrotechnischer Bauteile thematisiert werden, der zur Zeit jedoch nicht zur Verfügung steht.⁸⁹

DAVIES 2001 beschreibt übersichtlich die Maßnahmen, die aus seiner Erfahrung am Museum durchzuführen sind, und welche Vorarbeit dafür geleistet werden muss. Fundamental sind dabei die ausführliche Dokumentation der Instrumente sowie das Sammeln aller erreichbaren Zusatzinformationen - von Wartungs-Handbüchern bis Werbemitteln. Einfache praktische Arbeiten, wie die Entfernung von Staub und das Freilegen von Kontakten, werden aufgezählt, aber auch einige substantiellere Maßnahmen, wie das Austauschen von Kabeln auf Grund von Gefahrenpotential. Er sei sich bewusst, dass die Tendenz in den Museen zur Vermeidung von Eingriffen gehe, doch gäbe es gerade bei den älteren Musikinstrumenten die Möglichkeit, elektronische Bauteile auszutauschen "without damage to the original"⁹⁰ und ohne dass die Veränderung zu sehen sei. Nichtsdestotrotz sei es notwendig, in regelmäßigen Abständen Fachleute (je nach Instrumentengruppe: für Elektronenröhren, Transistoren, integrierte Schaltkreise) für Wartungen einzuladen.⁹¹

Davies Anspruch stimmt in Anbetracht der unter Punkt 3.2 und 3.3 recherchierten ethischen Auseinandersetzungen in der Restaurierung mit den älteren Praktiken sowohl für Musikinstrumente, als auch für technische Objekte überein. Vermutlich auch dadurch beeinflusst, dass er als Musiker durch die Nutzung der Instrumente eine ähnlich utilitaristische Sichtweise hat, wie sie in manchem Falle von industriellem Kulturgut beobachtet werden kann: Dort wo sich diejenigen um die Objekte kümmern, die auch im Arbeitsleben von ihnen umgeben waren.⁹²

Dagegen sind Ramel und Loeper-Attia wissenschaftlich ausgebildete Restauratorinnen, was sich in den beiden Artikeln vor allem durch ein vorsichtiges Herantasten an das Thema ausdrückt. Das Musée de la Musique in Paris hat mit ungefähr 300 elektronischen Musikinstrumenten eine etwa doppelt so große Sammlung wie das Gemeentemuseum. Ausgehend von der Auseinandersetzung mit dem Erhalt eines "Ondes Martenot" war das Ziel, eine fundierte Vorgehensweise zu entwickeln, die auf andere Instrumente übertragbar wäre.⁹³

Ähnlich wie DAVIES attestiert RAMEL 2001 dem Sammeln aller im Zusammenhang mit den Instrumenten stehenden Relikte maßgebliche Bedeutung für den

88 DAVIES 2001; RAMEL 2004; LOEPER-ATTIA et al. 2009.

89 Gilles Barabant, Restauration ou remplacement! Une thématique propre à l'art contemporain, quelques exemples à partir d'objets en matériaux synthétiques. in: Les rencontres de l'ARSET; restauration ou non restauration en art contemporain, ARSET, 37-47.

90 DAVIES 2001, 301.

91 DAVIES 2001, 300-301.

92 Vgl. KELLER 2010, 87-88 "Die Pflege in der Kontinuität der Nutzung [...] die Furcht vor dem Unsichtbaren, der "Maximierung der Bedeutung" [...] weil die historischen Geräte persönlich so bedeutend sind.", KOESLING 2005.

93 RAMEL 2004, 88.

Handlungsspielraum, sowohl der wissenschaftlichen Erarbeitung als auch der Konservierung. Es folgt die Benennung des Ziels, Instrumente in spielfähigem Zustand zu erhalten und zu nutzen. Ein Hinweis auf die Erfahrungen zum Erhalt von Funktionalität in wissenschaftlichen und industriellen Sammlungen, sowie die Behauptung, besonders in Kanada gäbe es eine ausführliche Auseinandersetzung zu dem Thema, bleiben leider ohne Referenzen.⁹⁴ Brennpunkt der gesamten Initiative am Musée de la Musique war zunächst die Erforschung der verwendeten Materialien und ihrer Alterung.⁹⁵

Besonders interessant ist dabei die Erwähnung elektronischer Bauteile wie Kondensatoren und Widerstände, deren Alterungsverhalten sowie ihr möglicher Austausch zugunsten einer erneuten Spielbarkeit. Leider findet keine Auseinandersetzung mit den ethischen Implikationen dieser Handlung statt.⁹⁶

Eine Veröffentlichung aus der Praxis der Restaurierung von Elektrotechnik, COMBE et al. 2000, gibt Einblick in den Umgang mit der elektrischen Pneumatik eines Musikautomaten. In der Objektbeschreibung wird zwar auf die kulturelle Bedeutung der Funktion sowie den Wert der materiellen Unversehrtheit hingewiesen, gleichzeitig aber auch die funktionelle Instandsetzung des elektropneumatischen Systems angestrebt. Das heißt, es geht um den Ersatz nicht mehr funktionierender Bauteile durch Stücke "extrêmement fidèles dans leur aspect aux pièces d'origines"⁹⁷, in ihrem Aussehen den ursprünglichen möglichst gleich. Kabel werden ausgetauscht, neue elektrische Kontakte eingebaut und metallene Platten nachgebaut. Es wird darauf hingewiesen, dass ein solcher Umbau notwendig sei, da die Elektrik nicht mehr heutigen Sicherheitsstandards entspräche. Ob die entnommenen Bestandteile für die Zukunft aufbewahrt oder weiter untersucht wurden, findet keine Erwähnung.⁹⁸

Die beschriebenen Texte sind als Ansätze für Überlegungen, wie beim Erhalt des nachfolgend besprochenen Beispielinstruments, der Toccata-Orgel, vorgegangen werden kann, gut geeignet. Es wird deutlich, dass die Funktionalität zentrales Thema ist, welches durch die Obsoleszenz der Bauteile definiert wird. Der Austausch defekter Teile ist dabei durchaus Konsens.

94 RAMEL 2004, 89.

95 LOEPER-ATTIA et al. 2009, 71-77.

96 LOEPER-ATTIA et al. 2009, 76.

97 COMB et al.2000, 140.

98 COMB et al.2000, 136, 140.

4 Die Toccata-Orgel

Die Toccata-Orgel ist ein elektronisches Musikinstrument, das in der ehemaligen DDR im Werk für Fernsehelektronik WF in Oberschöneweide, Berlin, zwischen 1954 und 1958 konzipiert und gebaut wurde.

Ziel war es, den Pfeifenorgelklang mit Hilfe elektrotechnischer Baugruppen so überzeugend wie möglich nachzuempfinden. Eine Verwendung in öffentlichen Einrichtungen sowohl liturgischer als auch profaner Natur, wie Kirchen, Kinos und Kulturhäusern, war vorgesehen. Das äußere Erscheinungsbild orientiert sich an dem von Klavieren sowie den Spieltischen klassischer Orgeln (Vgl. Punkt 2.1 Abb. 1-4). Dazu passt die Aussage des Zeitzeugen Heinz Finder, nach dessen Erinnerung das Gehäuse von einem Orgelbauer in Berlin, Hohenschönhausen hergestellt worden sei.⁹⁹

Die Verwendung von Orgeln in Kirchen hat eine lange und für die europäische Kultur bedeutungsvolle Tradition. Der Sprung der Orgel aus der Kirche in ein weltliches Umfeld vollzog sich um die Wende des 17. zum 18. Jahrhundert. Private und öffentliche Nutzung gediehen auf dem Boden der Veränderungen zu einer bürgerlichen Gesellschaft, und breiteten sich bald über viele Länder Europas aus. Eine steigende Beliebtheit der Aufführungen führte zur Ausstattung vieler Stadthallen, Opernhäuser und Bildungseinrichtungen mit kleineren Orgelpositiven. Konzertsaalorgeln werden bis heute weltweit installiert.¹⁰⁰

4.1 Objektbeschreibung

Die referierten Bilder sind im Anhang unter Punkt 2 zu finden. Für eine Übersicht ist eine Kartierung der Korpusmaterialien sowie der Korpusmaße im Anschluß an diesen Text (Abb. 18 und 19) zu finden.

4.1.1 Formal und materiell

Der Aufbau ist wie folgt: ein herausfahrbares Metallgestell, auf dem ein Großteil der Elektrotechnik untergebracht ist, wird von einem massiven Korpus aus Holz umgeben. Dieser hat 166 cm Breite, 110 cm Höhe und 64 cm Tiefe, das Metallgestell etwa 158 auf 68 auf 45 cm. Zur Spielseite und den Seiten hin wird das Instrument durch den Holzkorpus geschützt und gestützt, während die Rückseite offen ist. Die Oberfläche des Holzes ist mit einem transparenten Überzug versehen. Zunächst wird das Äußere beschrieben, darauf die verbindenden Elemente und zuletzt der Inhalt.

⁹⁹ [FILM 2] Finder [01.11.2011] 5(18).

¹⁰⁰ AHRENS 2007, 389-390; REICHLING 1997, 1026; SCHÜTZ 1991, 11, 13; AHRENS 1999, 12.

Das Äußere des Gehäuses (Abb. 1-4)

Das Gehäuse setzt sich vornehmlich aus drei ebenen Vollflächen aus Holz zusammen, den Seitenteilen und der Oberplatte. Es steht auf vier Rollen, die zu zwei Paaren mit je einer Metallschiene unten an den Seitenteilen angebracht sind. Zur Vorderseite¹⁰¹ kragen die Seiten in der Form eines halben Tropfens aus und schaffen Raum, zum einen für eine schräg überhängende Ebene im unteren Bereich, den Fußraum, zum anderen für eine darüber befindliche rund abfallende, an der Oberplatte des Gehäuses entlang schwenkbare Holzvorrichtung, den Manualdeckel. Front und Oberplatte sind entlang der Form der Seitenteile um einige Zentimeter zurückgesetzt, bzw. niedriger angebracht.

Die beiden Teilbereiche der Vorderseite werden von einer unter dem Manualdeckel gelegenen, parallel zur Oberplatte nach unten vorne versetzt eingefügten Holzfläche getrennt. Hier liegt der Manualbereich. Darunter ist in die Schräge des Fußraums ein Metallgitter eingelassen, welches bei Bedarf nach unten aufgeklappt werden kann und den Blick auf das Innere freigibt. An den Fußraum angrenzend wird der Boden vor dem Musikinstrument von einer Konstruktion mit strahlenförmig angeordneten Holzstreben eingenommen, die zusammen das Pedal ergeben. Auf der Trennfläche zwischen Fußraum und Manualdeckel sind versetzt übereinander zwei Tastaturen eingefügt, die Manuale, sowie in die angrenzende Rückwand eine Reihe Hebel, die Registerwippen. Die Rückseite des Korpus ist offen, die Unterseite des Instruments ist durch ein Metallgitter begrenzt.

Vorderseite (Abb. 13, 17, 53, 54)

Die nach vorne zeigenden Kanten der Seitenteile und der Abschluss des Manualbretts sind profiliert. Im Fall der Seiten sind die Kanten umlaufend konkav eingeschnitten, während an die Front des Trennbrettes drei Profilleisten angebracht sind. Zentral auf der oberen ist ein messingfarbenes Metalloval angeschraubt, in dessen Mitte ein Schlüsseloch eingelassen ist.

Manualbereich (Abb. 13-23)

Ist der Manualdeckel aufgeklappt, kommt er auf der Oberplatte zu liegen und gibt die Sicht auf einen Notenhalter, die Registerwippen und die beiden Manuale, sowie vier Schalter rechts an der Rückwand frei. In dieser Stellung ist zu erkennen, dass der Deckel auf der ganzen Länge mittels eines messingfarbenen Klavierbandes an der Oberplatte befestigt ist. Der Raum wird begrenzt von vier Holzflächen: einer horizontal geteilten Rückwand, zwei dreieckigen Seitenwänden sowie dem Manualboden auf dem Trennbrett zum Fußraum. Zwischen dem oberen Teil der Rückwand und den Seitenwänden ist ein dünner Streifen eines roten Filz zu sehen.

Notenhalter (Abb 7-12)

Direkt unter dem Klavierband sind mittig in etwa 50 cm Abstand zwei 2 x 0,5 cm große Rechtecke in die Rückwand eingelassen und mit rotem Filz ausgekleidet, in die der Notenhalter über zwei Metallschienen geschoben wird. Diese haben ein Gelenk, so dass bei geschlossenem Manualdeckel der Notenhalter nach unten über die Manuale gelegt werden kann. Der Halter selbst ist ein Rechteck aus

101 „Vorne“, „Vorderseite“ und „Front“ bezeichnen die Spielseite des Instruments.

flachen Holzleisten. Die äußeren Ecken sind abgerundet. In das Rechteck sind von gleicher Art drei weitere Längsleisten sowie eine Querleiste der halben Länge eingefügt. An die beiden äußeren der Längsleisten sind die bereits erwähnten Metallschienen aufgeschraubt. Die Schienen glänzen silbern. Über die Länge der unteren Kante ist lotrecht zum Halter eine weitere Holzleiste befestigt.

Registerwippen (Abb. 55-78)

Mittig in die obere Hälfte der Rückwand des Manualbereichs, welche leicht nach hinten geneigt ist, sind in einer Reihe die orangefarbenen Registerwippen eingelassen. Es sind insgesamt 46 Stück, die in drei Gruppen zu einmal 18 und zweimal 14 Stück gegliedert sind. Sie ragen abfällig aus Öffnungen von 1,8 x 3 cm hervor, in der Form von Zungen und an der Kante der Vorderseite angeschrägt. Die Aussparungen sind oben und unten mit rotem Filz ausgekleidet. Der Kunststoff jeder Wippe wird auf der Unterseite von einem zurückgesetzten Holzklötzchen getragen und ist an der Oberseite mit schwarz gefüllter Gravur beschriftet.

Manuale (Abb 24-52)

Darunter sind zentriert die Manuale montiert. Zusammen ergeben sie zwei Stufen, von denen die obere das Manual des Oberwerks darstellt und die untere das des Hauptwerks. Gemeinsam haben sie die gleiche Höhe wie das untere senkrechte Rückwandteil. Über jeder Tastenreihe ist da, wo sie in den Korpus eintritt, ein Band des roten Filz eingefügt.

Die Manuale sind beidseitig von zwei treppenartig aufragenden Holzquadern eingefasst, so dass rechts und links im Manualbereich eine Freifläche von etwa 33 x 24 cm besteht. Dort wo die Holzquader auf die senkrechte Rückwand bzw. die ebene Freifläche treffen, tut sich ein geringer Zwischenraum auf, der mit rotem Filz ausgekleidet ist. Zwischen den Holzquadern sind auf beiden Ebenen parallel 36 weißliche Tasten eingefügt. Die Oberflächen sind aus einem glänzenden Kunststoff gefertigt aber in den Zwischenräumen sind die Holzträger erkennbar. Analog zu bekannten Klaviaturen sind, von links beginnend, immer abwechselnd zwei dünnere schwarze zwischen drei weißen, sowie drei dünnere schwarze zwischen vier weißen Tasten angeordnet. Am rechten Ende liegt so eine "überschüssige" weiße. Die 25 schwarzen Tasten sind zur Vorderkante rundlich abgeschragt und etwa um die Hälfte der weißen zurück versetzt.

In der Form der weißen Tasten unterscheiden sich die Manuale voneinander. Während die quaderartig im Manualbrett einsitzende Form der unteren lediglich durch einen geringfügigen Übersprung nach vorne aufgebrochen wird, ist die obere Reihe differenzierter ausgeführt. Da sie halbwegs frei hängen, verjüngen sie sich über zwei schräge Stufen an der Unterseite nach vorn. Der Abstand zwischen beiden Manualen beträgt in der Höhe etwa 3 cm und wird durch eine Holzleiste markiert, in die Tiefe sind sie etwa 10 cm versetzt zu einander angeordnet.

Drehschalter (Abb. 15, 16, 19)

Am rechten Rand der Manualrückwand befinden sich vier runde Knöpfe aus elfenbeinfarbenem Kunststoff. Zwei von etwa 4 cm im Durchmesser, nebeneinander an der Schräge montiert, sind identisch ausgeführt mit leicht konischem Rand und konkaver Fläche. Im Holz der Rückwand sind über ihnen je zwei Löcher zu

erkennen. Ein weiterer ist unter dem Linken dieser beiden auf der senkrechten Fläche angebracht. Er ist grundsätzlich gleich geformt, aber etwa doppelt so groß und mit einer Leiste aus dem gleichen Material quer über die Vorderfläche versehen. Auch hinter diesem sind im Holz kleine Löcher zu erkennen. Alle drei Knöpfe haben einen schmalen Fuß und stehen daher von der Holzfläche ab. Der letzte Knopf ist ringförmig mit abgerundeten Kanten um einen Glaskern gestaltet und liegt rechts neben dem größten Knopf direkt auf dem Holz auf.

Fußraum (Abb. 79-82)

Unter dem Trennbrett zum Manualbereich (Abb. 83-90) befindet sich eine nach hinten unten abfallende Holzschräge. Darin ist ein Metallgitter eingefügt und mittels dünnen Vierkanteleisten befestigt (Abb. 91-96). In den etwa 10 cm Randholz liegt links und rechts im oberen Bereich je ein messingfarbenes Schlüsselloch (Abb. 100). Das Gitter wird durch wiederkehrende, versetzt angeordnete Löcher in aufrechter Kleeblattform gebildet. In der linken oberen Ecke ist eine rote Kunststoffplatte von etwa 12 x 20 cm verschraubt (Abb. 97, 98). Auf dieser sind 12 Druckknöpfe mit feststehendem Hof in schwarzem und dunkelrotem Kunststoff, ähnlich der Verteilung der schwarzen und weißen Tasten der Manuale, zu finden. An die Schräge schließt unten eine senkrechte Holzfläche an, die rechts und links mit vier silbernen, konvex-runden, in einer senkrechten Linie verlaufenden Schlitzschraubenköpfen versehen ist (Abb. 101). Rechts versetzt von der Mitte ist eine Aussparung in der Fläche, in die, etwas zurück gesetzt, drei schräg nach oben rechts verlaufende Pedale eingelassen sind (Abb. 107-110). Diese sind flächig mit einem schwarzen, quer geriffelten Kunststoff und an der unteren Kante mit rotem Filz belegt. Am rechtem Ende der senkrechten Fläche ist über zwei mit einem Gelenk verbundene metallischsilberne Rundstäbe eine Lampe angebracht (Abb. 103-106). Ihre Größe beträgt insgesamt etwa 20 cm. Der Schirm ist aus einem außen schwarzen, innen weißen Kunststoff von konvex-konischer Form gefertigt mit einem kurzen zylindrischen Endstück, an dem ein Drehschalter aus ebenfalls dunklem Kunststoff angebracht ist. Den Abschluss des Fussraums nach unten bildet eine etwa 15 cm hohe Öffnung, fast über die gesamte Breite des Korpus (Abb. 111-118). In deren Inneren ist eine komplexe Formation von Querleisten, halbkreisförmigen Vertiefungen und metallischen Stäben erkennbar (Abb. 120). Links davon ragt eine 15 cm hohe 2 cm breite, sich zum Betrachter verjüngende, Holzform zur Aufnahme des Pedals aus dem Korpus hervor (Abb. 119).

Pedal (Abb. 121-156)

Das Pedal wird durch ein sich zur Orgel verbreiterndes Trapez aus länglichen Holzstreben gebildet. Flache und sich zum Orgelende abrupt erhöhende Leisten werden abwechselnd zwischen zwei Holzbrettern in senkrechter Richtung beweglich geführt. Die Kontakte zur Pedalmechanik ragen aus dem vorderen Brett hervor. Sie sind an der Unterseite mit je einem roten Filz versehen, in die Oberseite ist je eine metallische Öse gesetzt.

Seitenflächen (Abb. 177-192)

Die Holzfläche der Seitenteile wird jeweils von einer hochkant rechteckigen Form mit metallischgrauer, rauher Oberfläche unterbrochen. Diese ist auf beiden Seiten

in der Nähe der rückwärtigen Kante mittig durch vier aufliegende Sechskantschrauben in den Ecken auf dem Holz des Rechtecks befestigt.

Oberseite (Abb. 193-215)

Die Holzplatte lässt sich nach hinten schieben und dann hoch heben. Dadurch wird der Blick frei auf sechs metallisch graue Flächen in zwei Reihen, die rundherum von Holzleisten umgeben werden. Um die hinteren drei kleineren Flächen ist der obere Abschluss einer Metallstruktur sichtbar, die die Seitenteile miteinander verbindet.

Links neben den drei zur Vorderseite gelegenen größeren Metallflächen sind zwei dunkle, längliche Stecker aus Kunststoff eingefügt, deren diverse, bunte Kabel nach unten in den Korpus führen. Rechts sind zwei von oben nutzbare, runde, schwarze Kunststoffsteckdosen angebracht.

Filter (Abb. 216-243)

Durch das Lösen zweier Schrauben in der profilierten Leiste zum Manualbereich, sowie an den Rändern der eigenen Fläche, können die größeren Metalldeckel angehoben werden. Darunter liegt die elektrotechnische Ausstattung der Filter und der Registerstaffel in einer ca. 135 cm breiten und 60 cm tiefen Metalllade.

Zur Spielseite hin sind die Mechanik sowie die Kontaktstellen der Registerwippen aufgereiht. Letztere sind auf eine Holzleiste geklebte Holzquader, deren Oberseite in der hinteren Hälfte stufenartig abgenommen und durch acht Längsrillen strukturiert ist. Der vordere Teil ist ebenfalls achtfach längs eingeschnitten und mit einem Papier bedeckt. In diesen acht Leerräumen werden die Kontaktdrähte geführt, die nach vorne frei stehen und mit der gebogenen Metallzunge der Wippen zusammentreffen können. Im Regelfall wird durch das Herunterdrücken der Wippe an der Front die Metallzunge innen nach oben gegen die Drähte gedrückt, einzig die Zungen der beiden Tremulantwippen sind über den Drähten angeordnet und so ständig in Kontakt. Wird eine Tremulantwippe betätigt, wird der Kontakt unterbrochen.

Etwa 10 cm nach unten versetzt sind drei horizontale dunkelrote Grundplatten eingebaut, die durch zwei metallischgraue Teiler, auf denen die Deckel zu liegen kommen, voneinander getrennt sind. Auf den drei flachen sind zudem mehrere senkrecht stehende kleinere Platinen angebracht; auf allen sind Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten und Kabel in horizontalen Reihen angeordnet.

Es gibt drei Sorten Kondensatoren: weiße Porzellanzyylinder mit metallischgrauen Abschlusskappen, kupferfarbene Kunststoffzyylinder und Kunststoffzyylinder in eher rosa- oder hautfarbenen Tönen. Alle drei liegen in verschiedenen Größen vor und sind mit Kenndaten beschriftet. Die Widerstände sind meist grassgrüne, schmale Zylinder mit kappenartigen Enden. Sie unterscheiden sich in ihrer Länge und den aufgemalten Farbcodes. Es gibt drei vorherrschende Kabelformen: solche mit dunkelgrüner Textilisolierung, mit dunkelroter Textilisolierung oder mit dunkelroter Kunststoffisolierung. Seltener anzutreffen sind freiliegende Metalldrähte, Kabel mit orangefarbener Textilisolierung oder türkisfarbener Kunststoffisolierung.

Die hinteren drei Metallflächen bilden die Oberseite der Vorverstärker, die weiter unten beschrieben werden. Auf den umlaufenden Leisten und den Metallflächen sind an mehreren Stellen Bleistiftmarkierungen aufgebracht. Teils handelt es sich

um Kreuze für Lochbohrungen oder Pfeile, teils sind es Bezeichnungen wie "K2", "3" oder "GIS".

Rückseite (Abb. 246-254)

Die Kanten der Seitenteile sowie der oberen Holzplatte sind nach hinten schmucklos ausgeführt. An der unteren, etwa 19 cm hohen Abschlussleiste sind rechts und links je eine Aussparung von etwa 10 cm eingelassen, sowie mittig eine kleinere von etwa 2 x 1 cm. In der rechten ist eine Metallfläche angebracht, deren größerer, oberer Teil vom Gehäuse weg ausgeklappt werden kann. Hier ist über die Abschußleiste und die Rückkante des Seitenteils ein Metallwinkel geschraubt. Die linke Aussparung ist ohne klappbare Metallfläche.

Das Innere des Gehäuses (Abb. 255, 256)

Vorverstärker (Abb. 308-320)

Unter der Oberplatte ist zwischen den Seitenteilen ein Metallgestell von etwa 30 cm Tiefe angebracht, das bei der Beschreibung der Oberseite bereits kurz Erwähnung fand. Es beherbergt drei graumetallische, an glänzenden Griffen links und rechts auf der Vorderfläche herausnehmbare Metallquader, die Vorverstärker. Sie sind so angeordnet, dass beiderseitig im Gestell etwa 15 cm unbenutzt bleiben. Links neben dem Gestell ist ein ungenutzter, achtpoliger Kunststoffstecker befestigt. Rechts im Gestell hängen zwei Federstecker, die mit Papprollen "besteckt" sind.

Der linke Quader ist etwas kleiner als die beiden anderen. Dies spiegelt sich auch in der Bestückung der Vorderfläche wieder. Während auf den beiden rechten Vorverstärkern in der oberen Reihe je sieben Elektronenröhren in drei Gruppen zu zweimal drei und einmal einer angebracht sind, hat der kleine lediglich vier - eine Zweiergruppe sowie zwei alleinstehende. Parallel zu den Röhren sind darunter Kondensatoren in metallischer Zylinderform angebracht. Unter der einzelnen Röhre in der linken Ecke ragt auf allen drei Vorderflächen auf Höhe der Kondensatoren ein drehbarer Metallstift aus dem Quader. Der linke Vorverstärker weist zudem je einen drehbaren Metallstift zwischen den einzelnen Röhren und der Zweiergruppe auf. Im Fall des mittleren Vorverstärkers sind sechs Kondensatoren wie die Röhren darüber in zwei Dreiergruppen angeordnet; zwischen den Gruppen ist je ein drehbarer Metallstift sichtbar. Der rechte Vorverstärker verfügt über sechs Kondensatoren und zwei Stifte die teils versetzt zu den Röhren darüber angeordnet sind.

Manualrückseite (Abb. 257-262)

Die Rückseite der Manuale ragt unter der Metalllade, in der sich die Filterelektronik befindet, stufenartig in den Innenraum des Holzkorpus hinein. Durch querlaufende Holzleisten getrennt, sind in zwei Reihen die Enden der Tastenkontakte sichtbar. Sie sind analog zu den oben bereits beschriebenen Kontakten der Registerwippen ausgeführt. Aus den acht Rillen ragen nach unten die Kontaktdrähte hervor, die über dünne Kabel an Metallköpfchen festgelötet sind. Je Taste stehen drei Köpfchen zu Verfügung, die in zwei Reihen auf je einer dunkelroten Kunststoffleiste pro Manual angebracht sind. Von den Metallköpfchen führen wiederum dünne Kabel nach rechts fort und finden sich zu einem Kabelbaum zusammen.

Spielseite rechts und links neben dem Manual (Abb. 263-270)

Links und rechts der Manualrückseite sind zwei metallisch graue, dreieckige, jedoch zu den Seitenteilen hoch geschwungene Formen zu sehen. Über eine Holzleiste von etwa 10 cm Tiefe, die den Manualbereich entlang läuft, verbinden sie die Front mit den Seitenteilen. Die untere Kante der Metalldreiecke weist einen 90° Winkel nach vorne auf und ist zweifach mit Sechskantschrauben an der Leiste festgeschraubt. Über die Fläche des Dreiecks sitzen entlang der Leiste noch einmal drei Schrauben. Die rechte bzw. linke Kante geht rückwärtig im 90° Winkel am jeweiligen Seitenteil entlang und ist dort mit vier Sechskantschrauben befestigt. Hinter dem Metalldreieck links ist die Elektrotechnik der Drehschalter aus dem Manualbereich versteckt. In dem kleinen Freiraum zwischen Dreieck und Manualrückseite ist eine hochkant stehende Vorrichtung eingefügt, über die mehrere Kabel miteinander verlötet sind. Auf dem Holz der Rückseite der Manualrückwand steht mit Bleistift "rechts". Hinter dem rechten Metalldreieck führen die zu einer Kordel zusammengefassten Kabel der Manuale entlang. Hier steht auf dem Holz "links".

Flächen der Spielseite (Abb. 281-293)

An der Innenseite der Schräge werden zwei Kabelbäume nach unten geführt. Rechts von den Druckknöpfen am Metallgitter laufen deren schwarze Kabel zur Innenseite des von vorne betrachtet linken Seitenteils, und entlang der Holzleiste unter dem Manualbereich kommen von rechts die bunten Kabel der Manuale und Register. Sie sind umwickelt mit getränktem oder foliertem Textil und Bindfaden. Wenn das Metallgestell ausgefahren ist, fallen diese auf Höhe der Druckknöpfe nach unten, ist es eingefahren, werden sie über zwei drehbare, mit weißem Filz belegte Holzklammern unter der Manualleiste eingehängt. Die untere Kante der Schräge ist über ein messingfarbenes Klavierband an die Oberkante der Holzfläche darunter befestigt. Von der Innenseite ist ersichtlich, dass die Kunststoffplatte, die auf das Metallgitter geschraubt ist, über einer rechteckigen Aussparung im Gitter angebracht ist. Die senkrechte Fläche darunter ist an den seitlichen Enden mit metallisch grauen L-Profilen und je acht Schrauben an die Seitenteile montiert.

Schweller (Abb. 294-297)

In die Aussparung für die Schweller ist im unteren Drittel ein Holzblock geschraubt, über den sich diese in den Innenraum neigen. Vor dem Block ist in einem metallisch grauen Kästchen die Übertragungsmechanik und Verkabelung angebracht. Die Unterseite der Schweller, die aus Holz gefertigt sind, ist fast vollständig mit je einer metallisch grauen Platte belegt. Entlang der Unterkante der senkrechten Fläche gehen von den Schwellern nach beiden Seiten dünne Kabelbäume ab.

Pedalmechanik (Abb. 298-302)

Darunter befindet sich fast über die gesamte Breite der Innenseite die Mechanik für das Pedal. Die Kontakte sind, genauso gestaltet wie bei Registerwippen und Manualtasten, etwas in den Innenraum hineinragend auf einer Holzleiste angebracht. Entsprechend der Anordnung der Pedale sind die Kontakte in Gruppen von drei, fünf, sieben und wiederum fünf, sieben und fünf Klötzchen angeordnet.

Innenseite der Seitenteile (Abb. 271-280)

Die Fläche der Seiten ist innen wie auch außen lediglich durch eine

korrespondierende hochkant-rechteckige, metallisch graue Platte unterbrochen. In der Nähe der nach außen zeigenden Kante ist in das Metall beider Platten ein dünner Schlitz gelassen. Ist das Metallgestells eingefahren, kann aus diesem beiderseitig ein Metallwinkel um 90° gedreht und in der Aussparung arretiert werden.

Boden der Innenseite (Abb. 303-307)

Der Boden der Innenseite ist mit einem Gitter ähnlich dem der Schräge im Fußraum bedeckt. An den Seiten sind metallisch graue U-Schienen zum Einfahren des Metallgestells sowie Winkel angebracht, die durch das Holz der Seitenteile mit den Rollen außen verschraubt sind. Über dem Gitter sind längs in gleichmäßigen Abständen zwei sowie an der hinteren Kante quer eine Holzleiste angebracht.

Kabelbaum (Abb. 268, 270-272, 281, 293, 596-598)

Alle Kabel werden mit Bindfaden peu á peu zunächst zu kleinen Strängen zusammen gebunden und über metallische Klemmen an die rechte Seite des Innenraums geführt. Hier treffen sich die Kabel, zum Teil werden sie ein großer Kabelbaum, manche laufen aber auch frei weiter. Aus dieser Ecke verbinden sie Manuale, Pedal, Registerwippen, Schalter, Filter und sonstige Elektrotechnik mit den Baugruppen auf dem Metallgestell.

Metallgestell mit Rollen (Abb. 321, 364, 514)

Dieses Gestell beherbergt das Kernstück der elektronischen Orgel. Auf fünf Ebenen sind die verschiedenen Baugruppen¹⁰² zur Stromversorgung sowie zur Erzeugung und Beeinflussung der Töne angeordnet.

Oberste Ebene mit Frequenzteilerketten und Oktavspannungsteiler (Abb. 322-363, 365-380, 449-459, 485-489, 515-538)

Auf der obersten Ebene sind von links nach rechts drei baugleiche, metallisch graue Chassis für die Oktavspannungsteiler, sowie zwölf Paare baugleicher metallisch grauer Chassis für die Tongeneratoren und Frequenzteilerketten aufgereiht. Einzig das letzte Chassis an der rechten Seite ist anders belegt.

Die ersten drei Chassis haben ein Ausmaß von etwa 8 x 8 x 35 cm. Auf der Oberseite sind in die Tiefe links eine Reihe von sieben Löchern und rechts parallel eine Reihe von sieben Elektronenröhren des Typs ECC 82 in gleichmäßigen Abständen zu finden. Die Röhren stehen in metallisch grauen Sockeln auf roten Kunststofffundamenten. Ein vergleichbarer Aufbau findet sich bei den weiteren 24 Chassis: diese sind jedoch nur etwa 5 cm breit und ohne Löcher mit einer Reihe von vier Röhren des Typs ECC 82 ausgestattet. Das bereits erwähnte Sonderchassis am rechten Rand ist mit fünf Röhren bestückt.

Auf der Oberseite jedes Oktavspannungsteilerchassis ist vorn und hinten zentral ein eierschalenfarbenes Kennzeichen aufgebracht; keines davon ist zu entziffern. Das linke eines jeden Tongeneratorchassispaares hingegen ist oben auf handschriftlich in schwarz mit der zugehörigen Tonhöhe bezeichnet. Von links nach

¹⁰² Baugruppen sind im folgenden als ein begrenzter Objektteil zu verstehen, der sich aus mehreren Bauteilen zusammensetzt. Diese wiederum bestehen aus Einzelteilen, die nicht weiter zerlegbar sind.

rechts sind das: "H", "Aas" [sic], "A", "Gis", "G", "Eis" [sic], "F", "E", "Dis", "D", "Cis" und "C".

Alle im folgenden beschriebenen Aussparungen in den Chassis sind in rechteckiger Form mit abgerundeten Ecken ausgeführt. In den Oberseiten der Tongeneratoren ist je vorn und hinten eine etwa ein Zentimeter breite und halb so hohe Aussparung eingefügt. Die vordere ist leer, in der hinteren ist eine dunkelrote Kunststoffplatte zu erkennen. Auf dieser sind jeweils zwei Metallköpfchen angeordnet, mit Hilfe derer die zusammengehörigen Chassis über zwei Kabel verbunden sind. Die metallische Front der Oktavspannungsteiler ist durch zwei übereinander angeordnete Aussparungen gekennzeichnet. Beide sind breiter als hoch und entlang der Mittelachse angeordnet, jedoch ist die untere nur etwa halb so breit wie die obere. Sie liegen etwa auf $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Höhe und sind mit dunkelroten Kunststoffplatten hinterlegt. Aus der unteren Platte ragen 4 Metallköpfchen, aus der oberen sieben. Diese dienen als Kontakte der Kabel, die an der Vorderseite entlang laufen, zum Innern der Chassis. Am mittleren Chassis ist zusätzlich zu den Kabeln ein Widerstand angelötet. Auf beiden Seiten der tiefer gelegenen Aussparungen findet sich schräg darunter ein eierschalenfarben hinterlegtes Kennzeichen, links "ff", rechts "- +" in schwarzer Schrift.

An der Vorderseite der Tongeneratorchassis sind ebenfalls abgerundet-rechteckige Aussparungen in das Metall gefügt, hinter denen dunkelrote Kunststoffplatten stehen. Hier ist es pro Chassis aber nur ein größeres Feld. Auf den Platten sind stufenartig von links oben nach rechts unten abfallend fünf Metallköpfchen angebracht, die ebenfalls die Kontaktpunkte der an der Vorderseite entlang laufende Kabel mit dem Innern der Chassis darstellen. Darüber sind jeweils am linken von zwei zusammengehörenden Chassis eine oder zwei runde Porzellanformen ähnlicher oder unterschiedlicher Größe aufeinander angelötet. An einigen dieser Drehkondensatoren sind zusätzlich grüne oder blaue Kondensatoren angefügt. Neben den roten und rotschwarzen, direkt vor den Chassis vorbei und, tendenziell nach rechts führenden Kabeln, gehen von der oberen Aussparung der Oktavspannungsteiler zusätzlich grüne Kabel nach links weg. Insgesamt laufen zudem etwas tiefer vor der Metalleiste des Gestells an die Kontakte der Tongeneratoren gelötete schwarze Kabel nach rechts zusammen.

Einige Frequenzteilerchassis sind auf der Rückseite durch Papierklebchen mit Tonhöhen bezeichnet. Die Kabel sind hier silbern umwickelt und werden auf dieser Seite über eine Kunststoffleiste, die die gesamte Breite bis auf die Oktavspannungsteiler einnimmt, zusammengeführt.

Ebenen mit Tastsystemen, Störkompensation, Sammelschienenverstärker (Abb. 381-418, 460-477, 490-509, 539-582)

Die darunter liegenden drei Ebenen sind in ihrem Aufbau sehr ähnlich. Die oberen sind mit je 27 Chassis für die Tastsysteme besetzt, am rechten Ende der Ebenen liegt je eine kleine ungenutzte Fläche. Die untere hingegen ist links zunächst mit dem Chassis der Störkompensation belegt, darauf folgen zwei Gruppen von drei Tastsystemchassis und eine von 16, dazwischen und am rechten Rand sind auch

hier ungenutzte Flächen.

Ein Tastsystemchassis ist etwa 5 x 8 x 35 cm groß und um 6 cm von der Vorderkante des Metallgestells zurückgesetzt. Aus der vorderen Fläche ragt mittig im oberen Bereich je eine Elektronenröhre waagrecht hervor, die mittels eines metallischen Bügels in ihrer Fassung gehalten wird. Im unteren Bereich der Vorderfläche ist eine rechteckige Aussparung im Metall zu finden, durch die einiges der inliegenden Bauteile erkennbar ist. Der Raum zwischen Chassis und Kante des Gestells ist von fünf akkurat zur Vorderkante parallelen Kabelführungen belegt. Die bräunlichen Kabel werden jeweils vor den Chassis durch Verlötlungen über einer waagrechten Kunststoffleiste mit Messingkontakten mit weiteren Kabeln, die in das Innere der Tastsysteme führen, verbunden. Am rechten Rand jeder Ebene werden die Kabel über ein senkrecht Kunststoffrechteck mit Messingkontakten geführt und auf dessen Rückseite zusammen weiter zum Kabelbaum geleitet.

Vor den Tastsystemen sind auf den oberen beiden Ebenen fünf, auf der unteren drei quadratische silberne Metallrechtecke angebracht, hinter denen sich die Sammelschienenverstärker verbergen. Sie sind mit Bleistift nach Werken und Registerlage bezeichnet, z. B. "p¹16'" oder "h⁴ 16' ". Von diesen führen grüne Kabel am Gestell entlang zu den Oktavspannungsteilern auf der obersten Ebene.

Auf der untersten Ebene der Tastsysteme ist links und rechts je ein silbern glänzender Hebelgriff in einer mattschwarzen Metallfassung am Gestell befestigt.

Hinter dem linken befindet sich die Störkompensation. Auf einem Metallchassis, das die Tiefe des Gestells einnimmt, sind vorne in drei Gruppen Kontakte für Kabel angebracht, darauf ein weiteres Metallchassis aus dem in sieben Reihen je drei rote Knöpfe herausragen, und abschließend nach hinten eine Reihe von vier und eine von drei Elektronenröhren des Typs ECC 83. Diese sind, wie die Röhren der Tastsysteme, mit metallischen Bügel befestigt. Rückwärtig ragen aus dem Metallchassis zwei Gruppen Kontakte und Kabel heraus, deren linke mit "G" und deren rechte mit "Q" bezeichnet sind.

An der Rückseite aus den Tastsystemen und der Störkompensation kommende Kabel sind silbern umwickelt und werden zunächst auf jeder Ebene nach unten und darauf gemeinsam zur Seite des Kabelbaums zusammengeführt.

Unterste Ebene mit Netzgeräten, Netzanschluss und Signalausgängen (Abb. 419-446, 479-481, 510, 511, 583-595)

Auf der untersten Ebene befinden sich auf drei Metallplattformen die Netzgeräte "II", "III" und "I", wobei in diesem Modell anders als in den Schaltplänen eingezeichnet ein Teil "IV" aus dem Netzgerät "II" ausgelagert untergebracht ist. Zwischen der Plattform des Netzteils mit der Bezeichnung "II" und dem Metallgestell ist nach vorne hin an das Gestell ein dunkelrotes Rechteck aus Kunststoff hochkant angeschraubt. Auf diesem sind zwei weiße, runde Porzellansicherungen übereinander angebracht sowie jeweils zwei schwarze, runde Kunststofffassungen mit Lämpchen schräg rechts darunter eingelassen. Daneben nach rechts an der Unterkante des Metallgestells befestigt ist ein weiteres hochkant stehendes Rechteck aus hell silberfarbenem Metall. Daraus hervor ragen in einer "AG 15" gestempelten

Einfassung die Stecker für die Aufnahme der Netzkabelbuchse.

Auf der Plattform des Netzgeräts "II" stehen links zwei große Transformatoren, daneben mittig fünf Röhren des Typs EL 34 sowie ein weiterer kleinerer Transformator. Dahinter stehen zwei Röhren des Typs EYY 13, davor eine des Typs ECC 81 sowie zwei Steuerröhren Str 150/30. Nach vorne abgeschlossen wird das Netzgerät durch ein erhöht aufgestelltes, waagerechtes Relais mit Federkontakt und Spule sowie eine rechteckige hochkant stehende metallische Platte. In dieser befinden sich in zwei Reihen oben vier und unten drei Löcher. Jeweils die Äußeren sind oben durch eine runde schwarze Kunststofffassung mit Lämpchen, bzw. unten durch runde schwarze Kunststofffassungen mit Sicherungen belegt. Die inneren sind leer. Zur rechten Seite wird das Netzgerät durch eine von vorne nach hinten verlaufende Reihe von vier silberfarbenen, kubischen Metallpapierkondensatoren sowie darunter vier roten Selengleichrichtern begrenzt.

Das Netzgerät "III" daneben nimmt etwa die Hälfte der unteren Ebene ein, und ist somit etwa doppelt so groß wie "II", oder "I" und "IV" zusammen. Auch hier steht links ein großer Transformator, dahinter ein kleiner sowie ein kleiner roter Selengleichrichter. Die Mitte der Plattform wird von einem großen und einem kleinen roten Selengleichrichter, einem zylindrischen silbernen Elektrolytkondensator sowie zwei Steuerröhren, Typ 108/30 und 85/10, eingenommen. Nach hinten wird das Netzgerät durch eine Reihe von 27 Porzellanverteilerklemmen begrenzt, nach vorne, wie auch schon Netzgerät "II", durch eine rechteckige hochkant stehende metallische Platte. Deren in diesem Fall sechs Löcher sind alle belegt, es gibt also je drei Lämpchen und drei Sicherungen. Es folgen nach rechts wiederum vier silberne Metallpapierkondensatoren, zwei kubische und zwei hochkant-quaderförmige. Davor steht aufrecht ein zylindrischer Widerstand. Am rechten Rand der Plattform "III" steht ein dunkelroter kleiner Transformator.

Auch Netzgerät "I" ist nach links mit zwei Transformatoren bestückt. Einer von mittlerer Größe steht vorne, dahinter ein großer. Wiederum wird die Plattform zur rechten Seite von vier silbrigen Metallpapierkondensatoren eingerahmt, die wie bei Netzgerät "II" erhöht mit vier roten Selengleichrichtern darunter angebracht sind. Dazwischen stehen die Röhren. Zuvorderst eine des Typs EL 81, eine des Typs ECC 81 und eine Steuerröhre Str 150/30, darauf eine Reihe von drei EL 81, und nach hinten, getrennt durch sechs aufrechte, zylindrische Widerstände zwei des Typs EYY 13. Vor den Röhren an der Kante der Metallplattform befindet sich ebenfalls eine rechteckige hochkant stehende metallische Platte mit sieben Löchern in zwei Reihen. Alle sind mit Lämpchen und Sicherungen belegt, bis auf das zweite von links in der oberen Reihe, dies ist leer.

Das letzte und kleinste Teil der Netzgeräte ganz rechts ist hinter zwei metallischen, rechteckigen Platten verborgen, die nach vorne an das Metallgestell angeschraubt sind und gemeinsam die Höhe der unteren Eben einnehmen. Auf der unteren silbrigen sind in drei Reihen neun runde Adapter für Tonkabinettkabel angebracht. In der untersten Reihe drei Steckerseiten mit messingfarbenen Halterungen und in den beiden oberen die Buchsen in silbrigen Halterungen. Das messingfarbene Rechteck darüber trägt eine Reihe von drei Lämpchen in runden schwarzen

Kunststofffassungen, eine Reihe von drei schwarzen Kunststoff-Kippschaltern in runden metallischen Fassungen sowie als oberstes nochmal zwei Adapterbuchsen für Tonkabinettkabel mit silbriger metallischer Fassung. Die linke dieser beiden Buchsen ist grau, alle anderen sind aus schwarzem Kunststoff. Von den Buchsen nach Außen gehend sind je noch ein Lämpchen und ein Kunststoff-Kippschalter angeordnet. Rechts oben in der Ecke der Metallplatte ist ein schwarzer Kunststoff-Drehschalter angebracht.

Neben den Buchsen und Steckern sind mit Bleistift "O"s, "H"s und "P"s eingezeichnet, an den obersten Kippschaltern ein "A" und ein "B".

Der Geräteteil "IV" ist nach vorne mit einer metallischen Platte bestückt, in die zwei Löcher übereinander mit einem Lämpchen und einer Sicherung eingelassen sind. Dahinter stehen ein kleinerer Transformator und drei kleine zylindrische Elektrolytkondensatoren. Darauf folgen je eine Steuerröhre 108/30 und 85/10 sowie eine Elektronenröhre ECF 82. Den Abschluss bildet ein hoher, zylindrischer, silberner Selengleichrichter.

4.1.2 Objektdaten

Objektteil Maße	Holzverkleidung entl. Seitenteile	Holzverkleidung Deckplatte	Manualbereich	Manuale
Höhe	119 cm	112 cm	28 cm	8 cm
Breite	168 cm	160 cm	159 cm	84 cm
Tiefe	64 cm	60,5 cm	24 cm	17 cm
∅				
Verw. Material	Holz, Überzug	Holz, Überzug	Holz, Überzug, Kunststoff, Textil	Holz, Überzug, Kunststoff, Textil
Farbe	H blaßgelb, teils rötlich	H blaßgelb, teils rötlich	H orangegelb, teils rötlich	KS elenbeinf., schwarz, T rot

Objektteil Maße	Registerwippen	Pedalbereich	Pedalteil	Rollenanbau
Höhe	2,9 cm	76 cm	12 - 24 cm	19 cm
Breite	3 / 0,8 cm	161 cm	123 cm	13 cm
Tiefe	5 cm	6 / 33 cm		62 cm
∅				
Verw. Material	Kunststoff, Textil	Holz, Überzug, Kunststoff, Metall, Textil	Holz, Überzug	Metall
Farbe	KS orange, schwarz, T rot	KS dunkelrot + schwarz, M beige, T rot, lila	H blaßgelb bis grau	M silberfarben

Objektteil Maße	Metallgestell ohne Röhren
--------------------	------------------------------

Höhe	68 cm
Breite	158 cm
Tiefe	45 cm
∅	
Verw. Material	Metall
Farbe	grau

Gewicht	425 kg
Besitzer	Industriesalon Schöneweide e.V. , Berlin
Inv.-Nr.	-
HTW-Nr.	13306
Typ	„EKI 1“ „Toccata-Organ“
Vorbesitz	Werk für Fernseh elektronik WF, Berlin; Leihgabe Komische Oper Berlin; Fa. Samsung

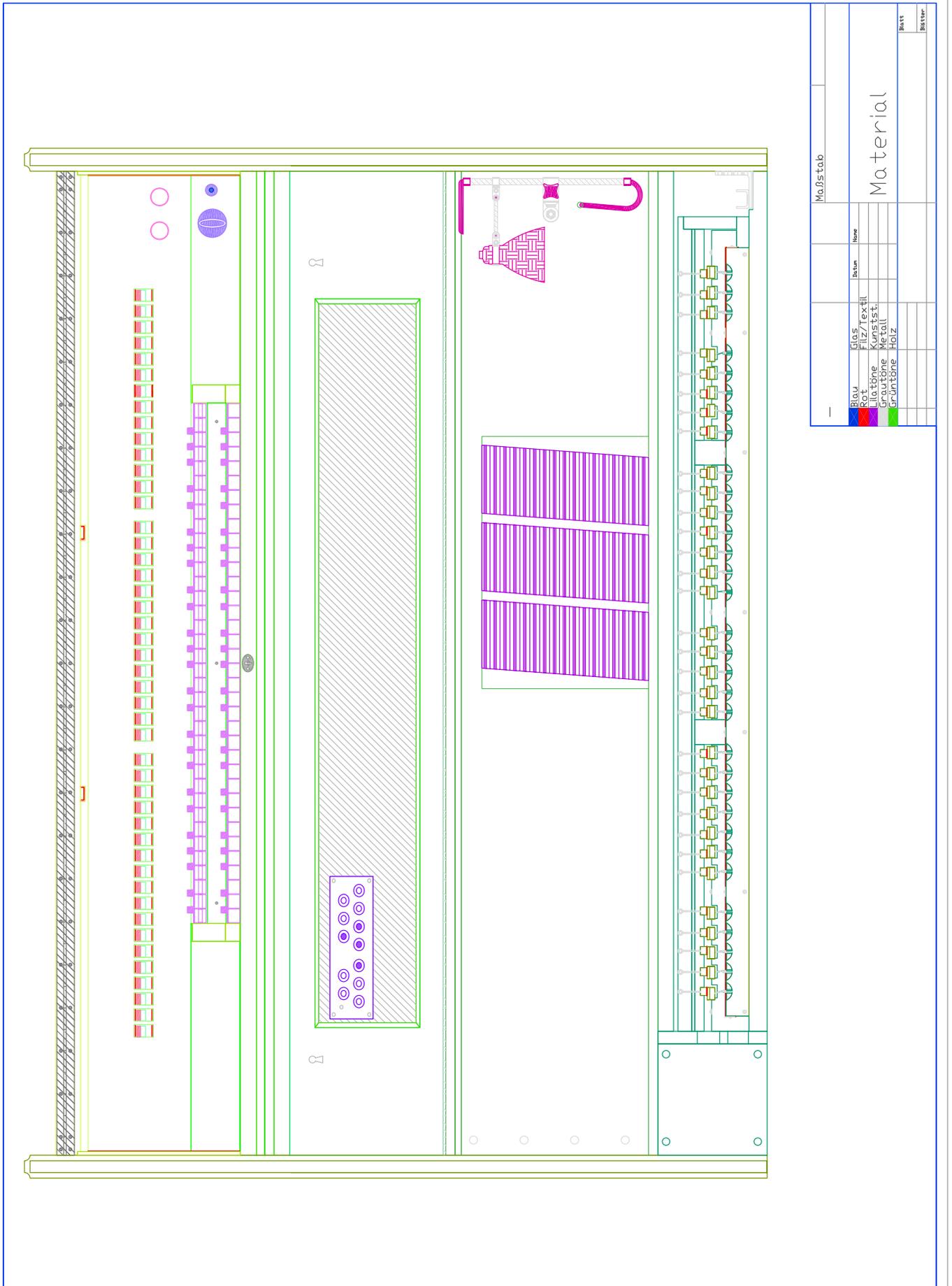


Abb. 18: Kartierung des Materials der Toccata-Orgel

4.1.3 Funktional

Das elektronische Musikinstrument EKI 1 gehört zu der Untergruppe "Analoge elektronische Instrumente" der Elektrophone, genauer gesagt zu den Instrumenten, die auf der Grundlage von Elektronenröhren Schwingungen im hörbaren Frequenzbereich erzeugen und für die Schallwiedergabe an Lautsprecher weitergeben.¹⁰³

Die Funktionsbeschreibung eines Instrumentes zeigt eine wesentliche Seite des Charakters auf und ist daher unabdingbar. Sie ermöglicht abstraktes Verständnis und Wertschätzung der Klangerzeugung sowie der Arbeit, die in den Bau geflossen ist.

Das Wissen, dass sich zum Beispiel der Klang einer Geige aus dem Material des Korpus, seines Volumens, der Besaitung sowie der Machart des Bogens ergeben ist lediglich ein ungefähres. Es ermöglicht aber dem Zuhörer oder Betrachter zusammen mit Erfahrungswerten Vergleiche zu anderen Instrumenten und deren Klangerzeugung zu ziehen, und sie so in Beziehung zu setzen oder einzuordnen.

Neben der Bedeutung der Erklärbarkeit des Instruments für den Außenstehenden bilden die Auseinandersetzung mit der Funktion und deren Verständnis die Grundlage für eine konservatorische oder restauratorische Behandlung des EKI 1. Sie sind Ansatzpunkt, um den Zustand des Instruments abwägen zu können und die Möglichkeiten und Grenzen einer Bearbeitung zu erkennen.

Begriffserklärung

Ein Ton ist in der Akustik eine Schallwelle mit sinusförmiger Schwingung. Die Tonhöhe wird von der Frequenz der Schwingung bestimmt, die Lautstärke von der Amplitude. Er ist obertonfrei und nicht weiter zerlegbar.

Der Klang ist eine Zusammensetzung von Tönen verschiedener Frequenzen und Amplituden. Der Grundton, dessen Frequenz die Tonhöhe vorgibt, wird überlagert von harmonischen Vielfachen der Grundfrequenz. In der Natur und bei traditionellen Musikinstrumenten kommen Klänge, jedoch keine Töne vor.¹⁰⁴

Die ganzzahligen Vielfachen bilden die sogenannten harmonischen Obertöne, die charakteristisch sind für die Klangfarbe eines Instruments.

103 [INTERNET 7] <http://network.icom.museum/cimcim/resources/classification-of-musical-instruments/> [12.02.2013]: Klassifizierung nach ICOM CIMCIM (International Council of Museums - Comité international pour les musées et collections d'instruments de musique): „[Gruppe] 5 ELECTROPHONES Instruments that use [...] electronic circuitry to produce electrical signals that are passed to a loudspeaker to deliver sound.
[Untergruppe] 5.3: Analogue electronic instruments [...] Continuously varying electrical signals are passed to a loudspeaker to produce sound. The electrical signals are generated using electronic circuitry. [...]
[Spezifizierung] 531.1 Analogue [...] electronic instruments with electronic valve/vacuum tube based devices generating and/or processing electric sound signals (e.g. Trautonium, Theremin, Ondes Martenot, Ondioline, Clavioline)“.

104 Eine Sonderposition nehmen die Stimmgabeln ein, deren Klänge sehr obertonarm sind, weswegen sie sich zum Stimmen von Instrumenten eignen.

Die mathematischen Berechnungen, die einen Ton in verschiedene Teilbereiche aufspalten, erfolgen nach dem Fourier-Theorem. Eine Schallwelle ist demnach die Zusammenführung vieler sinusförmiger Wellen, deren Frequenzen in mehrzelligem Verhältnis zu einander stehen und die sich periodisch wiederholen. Mit Hilfe der Fourier-Analyse können diese auseinander gerechnet werden, andersherum können die an einem traditionellen Instrument analysierten Wellen auch künstlich additiv zusammengesetzt werden.¹⁰⁵

Eine Oktave ist ein Tonabstand von 8 Ganzton-, bzw. 12 Halbtonschritten. Der Abstand c-cis-d-dis-e-f-fis-g-gis-a-ais-h-c¹ beträgt eine Oktave. Die Quinte beschreibt ein Intervall von 5 Ganzton- oder 7 Halbtonschritten, so bei c-cis-d-dis-e-f-fis-g.

Im Orgelbau ist ein Register eine Familie von baugleichen Pfeifen. Jede Familie hat die gleiche Kombination an Obertönen und daher eine für sie typische Klangfarbe. Die Tonhöhen der Register werden über die größte, und somit tiefste, Pfeife der Familie in Fuß beschrieben: 2', 4' etc.

Die Registerlage beschreibt die Lage der Oktavhöhe eines Registers auf der Tonkala. 8'-Register werden als Normallage bezeichnet, 4'-Register klingen dazu eine Oktave höher, 16'-Register eine Oktave niedriger.

Der zeitliche Aufbau eines Klanges ist je nach Instrument durch Ein- und Ausschwingvorgänge charakterisiert. Ersterer beschreibt Dauer und Form des Anstiegs einer Schwingung bis zur vorgesehenen Tonhöhe nach dem Anschlag, letzterer das Abfallen der Schwingung nach dem Loslassen der Taste. Bei wiederholtem Anschlag der Taste kommen zusätzlich Phänomene der Klangübergänge hinzu.

Funktionserklärung

Die Signalerzeugung und -beeinflussung wird von der Stromversorgung bis zum Lautsprecherausgang nachvollzogen. Die Bauelemente der Elektrotechnik sind dabei im EKI 1 zu unterschiedlichen Baugruppen zusammengesetzt:

- Netzteile
- Tongeneratoren und Frequenzteiler
- Tastsysteme
- Oktavspannungsteiler
- Störkompensation
- Sammelschienenverstärker
- Formantfilter, Outphaser, Register
- Vorverstärker mit oder ohne Tremulant

105 MARXEN 1971, 49; RUSCHKOWSKI 1998, 292.

Die Abfolge des Signals durch das Instrument ist in Abb. 20 dargestellt.

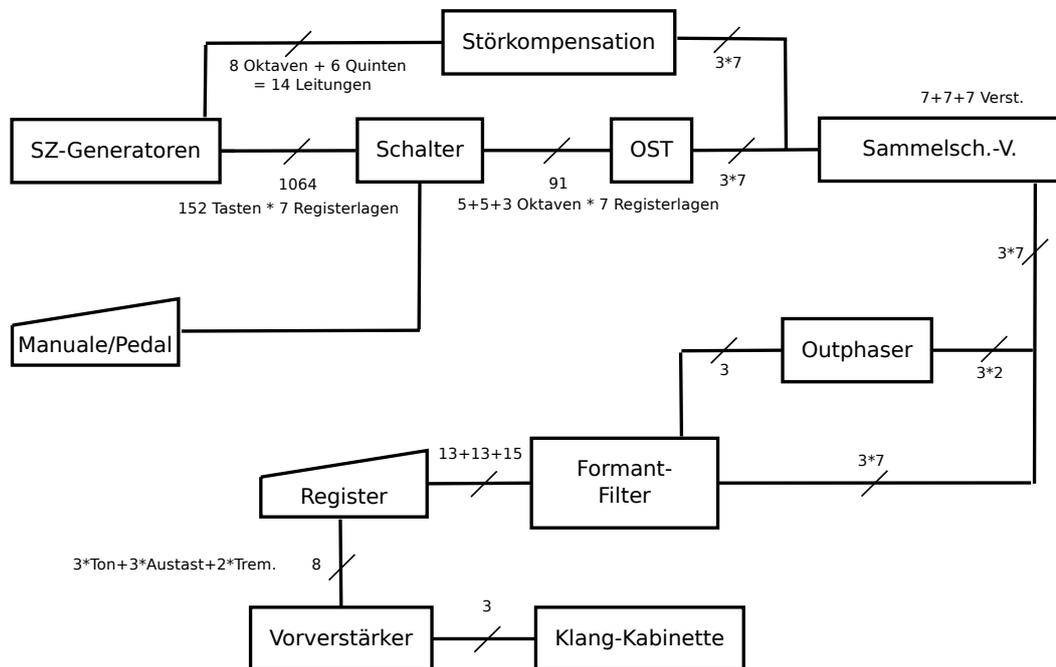


Abb. 20: Abfolge des elektronischen Signals durch die Bauteile der Toccat-Organ

Netzgeräte

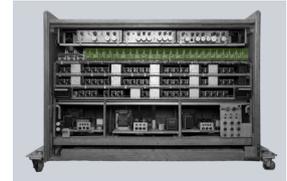
Das EKI 1 hat drei Netzgeräte auf der untersten, ersten Ebene des Metallgestells. Hier wird die Netzspannung für die verschiedenen Verwendungszwecke aufbereitet. Zum einen wird der eintreffende Wechselstrom gleichgerichtet, da die Funktion der Bauteile mit Gleichstrom gesteuert wird.

Zum anderen erfolgt eine Stabilisierung der erzeugten Gleichspannung über Pentodenröhren, die als veränderlicher Widerstand je nach Größe der überflüssigen Spannung wirken, so dass die weitergeleitete Spannung konstant bleibt und den Klang des Instruments nicht beeinflusst. Sie wird danach als Anoden- oder Gitterspannung den Röhren für die Steuerung der einzelnen Baugruppen zur Verfügung gestellt.

Als drittes wird die Heizspannung für die Röhrenkathoden direkt ohne Gleichrichtung und Stabilisierung zur Verfügung gestellt.



Tongeneratoren und Frequenzteiler



In den Frequenzteilern auf der fünften Ebene des Gestells werden die Tonspannungen erzeugt. Hier sind zwölf Dauertongeneratoren eingebaut, die mit je acht Röhren ECC 82 auf zwei Chassis bestückt sind. Sie stellen die zwölf Halbtöne einer Oktave (g, gis, a, ais, h, c, cis, d, dis, e, f, fis) in diversen Tonhöhen/Registerlagen sowie die zugehörigen Quinten bereit.

Die acht Röhren sind Doppeltrioden, wodurch 16 „Arbeitsplätze“ zur Tonerzeugung und -beeinflussung vorhanden sind. Frequenzlagen, die in einer Röhre erzeugt werden, liegen weit auseinander um eine gegenseitige Beeinflussung (ein sog. "Überspringen" der Töne) zu vermeiden.

Die erste Triode in Röhre 1 (Vgl. Abb. 21) erzeugt den Grundton in Form einer Sinusschwingung, hier g^5 mit einer Frequenz von etwa 6272 Hz. Die folgende Triode in der nächsten Röhre formt die Schwingung in einen Sägezahn um.

	Rö 1	Rö 2	Rö 3	Rö 4	Rö 5	Rö 6	Rö 7	Rö 8
Platz I	Sinus-generator	Umformung zu Sägezahn	Impulspräzisierung	f/2	f/32	f/16	f/8	f/4
z.B.	g^5 6272 Hz	g^5 6272 Hz	g^5 6272 Hz	g^4 3136 Hz	g^0 196 Hz	g^1 392 Hz	g^2 784 Hz	g^3 1568 Hz
Platz II	f/192	Impulsformung für Synchronisation	f/3	f/6	f/96	f/48	f/24	f/12
z.B.	c^1 32 Hz	g^5 6272 Hz	c^4 2093 Hz	c^3 1046 Hz	c^0 65 Hz	c^0 130 Hz	c^1 261 Hz	c^2 523 Hz

Abb. 21 Abfolge des elektronischen Signals durch eine Frequenzteilerkette, die rote Pfeile sind Teil der Kette, während die grünen Pfeile die Impulse darstellen

Diese und alle weiteren Trioden der Frequenzteilung stellen neben der Sägezahn-schwingung auch einen Impuls her, der die jeweils nächste synchronisiert.

In Röhre 2, Arbeitsplatz II und einen Schritt weiter in Röhre 3/I werden die Sägezahn-schwingung und der Impuls präzisiert.

Darauf folgen zwei Frequenzteilerketten. In der ersten werden aus der Ausgangs-frequenz $g^5/6272$ Hz durch Halbieren der Frequenz fünf weitere Tonschwingungen bereitgestellt. In der zweiten entstehen sechs weitere in einem anderen Verhält-nis. Die Grundfrequenz wird durch Drittelung der Ausgangsfrequenz $g^5/6272$ Hz erreicht, die dann wieder durch Halbieren weitere Frequenzen erzeugt.

So entstehen in jedem Frequenzteiler 13, und insgesamt 156, Tonschwingungen.

Sie werden dauerhaft erzeugt und bei Tastendruck (siehe Tastsysteme) für den weiteren Durchlauf durch das Gerät freigegeben.

Dies sind nicht die Töne, die letztlich aus den Lautsprechern erklingen, sondern deren Einzelteile. Je zur Hälfte sind es die Grund- und Obertöne, die abhängig von Register (Klang), Registerlage (Oktavhöhe) und Tonhöhe (Taste) kombiniert werden.

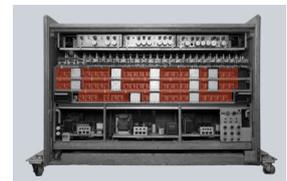
Grob betrachtet handelt es sich bei den Frequenzen, die in der ersten Teilerkette erzeugt werden, um solche, die für Obertöne verwendet werden, und bei denen der zweiten Teilerkette um die Grundtöne.

Da die Tongeneratoren synchronisiert sind, kann die Stimmung an einem Regelwiderstand der ersten Röhre (zur Rückseite des Metallgestells) eingestellt werden und alle anderen Frequenzen folgen.

Die Spulen in den Frequenzgeneratoren wurden nicht mit Wachs vergossen, daher ändert sich durch klimatische Einflüsse die Induktivität und macht eine regelmäßige Stimmung notwendig.

Tastsysteme

Von der Vorderseite (Spielseite) der Generatoren werden die sägezahnförmigen Tonspannungen in die Tastsysteme auf der zweiten bis vierten Ebene des Gestells geleitet.



Diese bestehen aus einer Doppeltriode ECC 82, zweimal sieben Germaniumdioden und unterschiedlichen Widerständen und Kondensatoren (RC-Glieder). Hier werden die Tonspannungen beim Drücken und Loslassen der Tasten von Manualen und Pedal mit den passenden Ein- und Ausschwingvorgängen und Klangübergängen versehen.

Es wird für jede einzelne Taste ein System bereitgestellt. Dies sind je 60 für die Manualtasten von Haupt- und Oberwerk und 32 für das Pedal. Die insgesamt 152 Systeme sind auf 76 Chassis zusammengefasst, auf der vierten Ebene 27 des Oberwerkes, auf der dritten 27 des Hauptwerkes und auf der zweiten 16 des Pedalwerkes und je drei des Haupt- und Oberwerkes.

Ein Tastsystem funktioniert wie folgt: Von den Netzteilen gelangt eine Steuerspannung an die Röhre ECC 82. Die Röhre gibt diese Spannung an die Dioden weiter, die zum Leiten (hohe positive Spannung) oder Sperren (hohe negative Spannung) gebracht werden.

Die register- und tonhöhen-spezifischen RC-Glieder zwischen Spannungsquelle und Diode sorgen für einen langsamen Übergang der zugehörigen Diode in den die Tonspannung leitenden oder sperrenden Zustand, im Gegensatz zu einem abrupten Anspringen des Tons. Damit sind sie für die Ein- und Ausschwingvorgänge der Töne und die Klangübergänge verantwortlich. Je tiefer der Ton, je länger sind diese Zeiten und je höher die Werte, die das RC-Glied bildet.

Jede Taste schaltet auf diese Weise einen Ton in 7 Registerlagen, also 7 Töne gleichzeitig. 152 Tasten ergeben damit 1064 Tonspannungen.

Oktavspannungsteiler

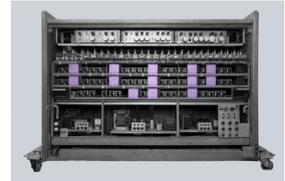
Nachdem im Tastsystem geschaltet wurde, welche der erzeugten Tonhöhen in Gruppen durchgelassen werden, werden sie zu den Oktavspannungsteilern vorne vor den Tastsystemen geführt.

Im Oktavspannungsteiler werden die Töne nach Registerlage (7) in Oktaven (5 in Haupt- und Oberwerk, 3 im Pedalwerk) zusammengefasst, aus 1064 Signalen werden so 91.

Die Frequenzen werden hier in ihrer Lautstärke angepasst, da das menschliche Ohr hohe und tiefe Tonbereiche weniger laut wahrnimmt als mittlere.

Neben dieser Pegelregelung wird im Oktavspannungsteiler eine Verformung des Klanges für die Nachbildung gebrochener Mensuren¹⁰⁶ vorgenommen.

Zwischen dem Tastsystem und dem Oktavspannungsteiler durchläuft die Spannung, wo benötigt, einen Tiefpassfilter in Form eines RC-Gliedes, mit dessen Hilfe höhere Frequenzen der Sägezahnswingungen in der Lautstärke gedämpft werden. Die tieferen Frequenzen passieren diese ohne Beeinflussung. Da das jeweilige RC-Glied nur auf eine Oktave wirkt, werden die Frequenzen der hohen Töne nicht auch gleichzeitig geschwächt.



Die 12 Töne einer Oktave werden zu einem Signal zusammengefasst um Röhren und Platz zu sparen.

Störkompensation

Nach den Oktavspannungsteilern wird den Tonschwingungen eine Spannung als Störkompensation zugeführt. Die Baugruppe ist in der dritten Ebene des Gestells hinter dem linken Griff eingefügt.

Da die Tastsysteme keine idealen Schalter sind, werden die Töne nicht komplett gesperrt, wenn die Taste nicht gedrückt ist. Es bleibt also ein Störsignal, das ohne einen Ausgleich von den Lautsprechern wiedergegeben würde. Für die Störkompensation wird die Tatsache ausgenutzt, dass zwei gleich große Spannungen umgekehrten Vorzeichens sich bei Zusammenführung auslöschen.

Diese invertierte Spannung wird für alle Töne jeder Registerlage erzeugt und dem für die jeweilige Registerlage zuständigen Sammelschienenverstärker (s. u.) zugeführt. Dort trifft sie auf die Resttonspannung aus den nicht geschalteten Tasten und schwächt diese ab.

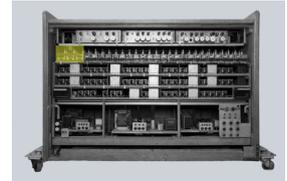


¹⁰⁶ Mensuren sind im Orgelbau die Bezeichnung für die Maße der Pfeifen in ihrem Verhältnis zueinander, gebrochen deutet in diesem Fall auf unterschiede in den Registern hin.

Sammelschienenverstärker

Während des Durchlaufs durch die bisherigen Baugruppen wird die Amplitude der Tonspannungen durch Kondensatoren und Widerstände geschwächt.

In dieser Baugruppe werden die Amplituden der Tonspannungen einer Registerlage eines Werkes gemeinsam in ihrer Lautstärke erhöht. Für Ober-, Haupt- und Pedalwerk gibt es je einen Sammelschienenverstärker je Registerlage, also $3 \times 7 = 21$.



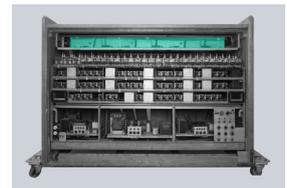
Formantfilter und Outphaser

Darauf direkt zu den Formantfiltern werden diejenigen Ton-schwingungen geleitet, die im akustischen Signal alle Harmonischen enthalten sollen. Die Formantfilter verändern das Oberwellenspektrum teils durch frequenzabhängige Spannungsteiler, die höhere Frequenzen abschwächen oder anheben, teils durch Frequenz-Addition nach geeigneter Anpassung der Amplitude.

Für diejenigen Register, die den Klang gedackter¹⁰⁷ Orgelpfeifen nachbilden, wird zusätzlich der „Outphaser“ verwendet. Deren Schwingungsform zeichnet sich dadurch aus, dass sie einem Rechteck ähnelt, dessen Fourier-Zerlegung keine gradzahligen Oberwellen enthält. Der Outphaser erzeugt ein Rechteck-Signal dadurch, dass er von einem Sägezahn-Signal einen zweiten Sägezahn mit halber Frequenz, aber doppelter Amplitude subtrahiert.

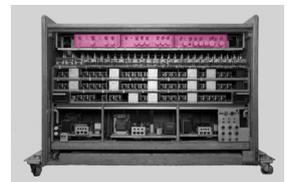
Das Einschalten jedes zusätzlichen Registers führt zu einer Erhöhung der Lautstärke und zu einer Änderung der Klangfarbe.

Über die Registerstaffel sind die Registerwippen direkt mit den Formantfilteranlagen verbunden und leiten die Ausgangssignale von bis zu fünf Formantfiltern dem Vorverstärker zu, der für das jeweilige Werk vorgesehen ist.



Vorverstärker mit und ohne Tremulant

Für jedes Werk existiert ein Vorverstärker, wobei die des Haupt- und Oberwerkes mit einem Tremulanten ausgestattet sind. Die hierher gelangenden Signale werden auf den idealen Arbeitsbereich der Lautsprecher eingestellt. Die Tremulanten, oder auch Vibratoeinrichtungen, lassen sich im Frequenzhub durch je einen Drehknopf im Manualbereich für jedes Werk getrennt beeinflussen. Die Modulationsfrequenz des Vibratos ist von 4 bis 8 Hz einstellbar.



¹⁰⁷ Gedackte Pfeifen sind im Orgelbau solche mit "Deckeln" - durch den Verschluss können sie bei gleicher Tonhöhe kürzer gebaut werden; der Obertongehalt verändert sich dahin, dass gradzahlige Obertöne unterdrückt werden.

Je Werk können an die Orgel bis zu drei Lautsprecher angeschlossen werden. In diesem Fall waren dies sogenannte Tonkabinette, die zusätzlich eigene Verstärker und mehrere Lautsprecher für Hohen und Tiefen besaßen.

Mechanik

Die Lautstärke jedes Werkes ist zwischen 20 und 60 dB durch je einen Schwell-ler im Fußraum regelbar. Zusätzlich ist die Minimal- und die Maximallautstärke für jedes Werk an den Vorverstärkern einstellbar.

Der Tastenumfang beträgt im Haupt- und Oberwerk C - h³, und im Pedal C – g¹, das heißt, zweimal 60 Manualtasten und einmal 32 Pedaltasten. Dazu kommen 46 Registerwippen.

Die Registerdisposition in den einzelnen Werken sieht folgendermaßen aus:

Oberwerk		Hauptwerk		Pedalwerk	
1 (Wippe Geräteanschluss von Außen)					
2 (Wippe ")					
3 Prinzipal	8'	19 Prinzipal	8'	33 Prinzipal	16'
4 Oktave	4'	20 Oktave	4'	34 Oktave	8'
5 Oktave	2'	21 Oktave	2'	35 Oktave	4'
6 Mixtur	3-fach	22 Quinte	2 2/3'	36 Oktave	2'
7 Gedackt	8'	23 Mixtur	6-fach	37 Mixtur	4-fach
8 Flöte	4'	24 Bordun	16'	38 Subbass	16'
9 Quinte	1 1/3'	25 Rohrflöte	8'	39 Flöte	8'
10 Krummhorn	8'	26 Flöte	4'	40 Nachthorn	2'
11 Salizional	8'	27 Waldflöte	2'	41 Gemshorn	16'
12 Salizet	2'	28 Quintade	8'	42 Posaune	16'
13 Dulzian	16'	29 Violine	4'	43 Trompete	8'
14 Trompete harm.	8'	30 Trompete	8'	44 Clairon	4'
15 Vox humana	8'	31 Dulzian	8'	45 Cornett	2'
16 Oboe	8'	32 Tremulant		(leere Wippe)	
17 Klarinette	8'				
18 Tremulant					

Tab. 1 Registerdisposition der Toccata-Orgel

4.2 Geschichte der Toccata-Orgel

4.2.1 Der WF und die elektronischen Musikinstrumente in der DDR

Die Toccata-Orgel wurde ab 1954 im VEB Werk für Fernmeldetechnik in Berlin, Oberschöneweide, in der ehemaligen DDR entwickelt. Zu diesem Zeitpunkt lagen bereits 60 Jahre industrieller Entwicklung hinter dem Wirtschaftsstandort am Spreeknie.¹⁰⁸

Nach seiner Vorgeschichte als wissenschaftliches Zentrum Berlins vor dem 2. Weltkrieg (AEG, KWO etc.) wurden im WTB / LKVO¹⁰⁹ unter sowjetischer Besatzung vor allem Leistungen in den Bereichen optoelektronischer Vakuumbaulemente und Spezialmeßgeräte erbracht.¹¹⁰ Eine mangelnden Auslastung im Bereich der Forschungsaufträge von Seiten der Russen ab 1954 sowie ein Fachkräfteüberschuss nach Rückkehr vieler Spezialisten aus der UdSSR mögen ein günstiges Klima für zunächst artfremd erscheinende Projekte wie das der Entwicklung einer Orgel geschaffen haben.¹¹¹

Eigentlich war die wirtschaftliche Situation 1954 in Ost Berlin durch die Demontage für die Sowjetunion schwierig. Abtragsraten zwischen 65 und 95 % in der Elektrotechnikbranche ergaben geringe Produktionskapazitäten selbst für Grundlegendes bis zum Ende der 50er Jahre. Und obwohl das WF auf Grund seiner Sonderstellung als sowjetischer Forschungsbetrieb sowie der Reparationsleistungen aus der laufenden Produktion bevorzugt Bauteilzuteilungen bekam, war die Entwicklung des EKI 1 nicht als vorrangig eingestuft und hatte mit Versorgungsschwierigkeiten zu kämpfen.¹¹² Gemeinsamkeit zwischen diesem Projekt und allen weiteren des WFs waren einzig die vor Ort produzierten Elektronenröhren.

Der elektronische Musikinstrumentenbau in der DDR war vor allem auf die Gegend um Markneukirchen in Sachsen konzentriert. Der VEB Klingenthal entwickelte ab 1957 elektronische Musikinstrumente deren erstes röhrenbasiertes Modell, die "Ionika", ab 1959 in Produktion ging. Hierbei handelte es sich um Heimgeräte im mittleren Preissegment für den Export nach Osteuropa, die bei weitem nicht die Fähigkeiten der Toccata-Orgel erreichten.¹¹³ Ab den 1970ern wurden im VEB Geithain auch Orgeln höherer Klangqualität gebaut, in deren Entwicklung auf die Erfahrungen aus Berlin aufgebaut wurde.¹¹⁴

108 [INTERNET 8] <https://de.wikipedia.org/wiki/Berlin-Oberschöneweide> [07.01.2014].
[INTERNET 9] <https://de.wikipedia.org/wiki/AEG> [07.01.2014].

109 Wissenschaftlich Technisches Büro, „Labor-Konstruktions-Versuchswerk Oberspree“.

110 JUDT 1995, 123-126; BÄHR 2001, 48, 64, 66, 70.

111 BÄHR 2001, 65; JUDT 1995, 128-9.

112 ROESLER et al. 1986, 242-3; MÜHLFRIEDEL et al. 1989, 152; STEINER 2007, 99-100.

113 JORDAN 1975, 26; JORDAN et al. 2000, 73.

114 Herr J. Kiesler, Fa. Geithain, Frdl. mündl. Mitteilung.

4.2.2 Toccata-Orgel und WF: Archivrecherche

Die Konzeption der Toccata-Orgel wurde privat von Herrn Ernst Schreiber vor 1954 begonnen. Anfänglich herrschte im VEB WF Skepsis gegenüber seinen Vorschlägen für eine Produktentwicklung. Von der Hauptverwaltung der VVB Radio- und Fernmeldetechnik, dem das WF angehörte, wurde jedoch im März 1954 ein Entwicklungsantrag beim Amt für Forschung und Technik, sowie dem Amt für Erfindungs- und Patentwesen eingereicht, aus dessen Sonderfonds solch ein Instrument finanziert werden konnte.¹¹⁵

Zu diesem Antrag fand am 20.5.1954 während einer Tagung des Arbeitskreises Elektroakustik des Zentralamts für Forschung und Technik der DDR¹¹⁶ eine Diskussion statt, an der unter anderem Vertreter des Staatlichen Rundfunkkomitees, der DEFA und des Forschungsinstituts für Musikinstrumente teilnahmen, sowie ein Vertreter des Deutschen Innen- und Außenhandels.

Positiv zum Bedarf an elektronischen Orgeln äußerten sich die Vertreter von DEFA, Staatlichem Rundfunkkomitee und Deutschem Innen- und Aussenhandel. Die DEFA und das Rundfunkkomitee führten die für die Zukunft geplante Ausstattung der Lichtspiel- bzw. Rundfunkhäuser mit elektronischen Orgeln an¹¹⁷, während der Handelsvertreter besonders das Interesse Hollands referierte, welches seine Kirchen mit elektronischen Orgeln ausstatten, und diese explizit nicht aus den USA oder Westdeutschland erwerben wolle (Vgl. auch Abb. 21).



Abb. 21: "Toccatata Organo Electronico", Prospekt für den italienischen Markt um 1960

115 [ARCHIV 7] C Rep 404 Nr. 567 [05.04.1954], 1; [ARCHIV 5] C Rep 404 Nr. 607 [04.04.1957], 1.

116 Planungsstelle für Vorgehen und Zielrichtung der Forschung in der DDR.

117 [AUDIO 1] "Auf dem Weg zu einer neuen Klangkunst", Deutschlandsender [Folge 2/1965], Minute 20:00: Herr Steinke über das EKI 1 sowie ein Klangbeispiel, Datenträger Anlage.

Abschließend wurde dem WF ein Studienauftrag für das Jahr 1954 zugestanden, dessen Forschungsergebnis nach erneuter Abstimmung am Ende des Jahres in einen Entwicklungsauftrag für 1955 mündete.¹¹⁸

Im Januar 1955 berichtete Ernst Schreiber auf einer Leistungskollektivsitzung "über den Stand der Entwicklungsarbeiten an der elektronischen Orgel". Demnach gab es während des Jahres 1954 "einige Materialschwierigkeiten [...] wobei die Frage der Germaniumdioden [...] die wichtigste" gewesen sei. Die Fertigstellung des Funktionsmusters wird trotzdem plangerecht zu Dezember '56 erwartet.¹¹⁹

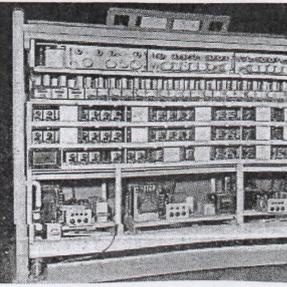
Der Halbjahresbericht 1956 belegt, dass die Kosten bereits über den Planbetrag hinausgegangen waren. Neben den Besonderheiten des Instruments wird aufgeführt, dass alle Baugruppen des Labormusters fertig entwickelt und montiert waren. Noch nicht abgeschlossen waren hingegen die Verkabelung, die funktionelle Überprüfung der einzelnen Baugruppen und ihr klangliches Zusammenwirken. Obwohl die ersten Ergebnisse das Konzept bestätigten, gelte es, noch auftretende Störungen zu beseitigen. Es wird zudem darauf hingewiesen, dass die vorhandenen

Klassische Orgelmusik auf der Toccata-Organ

Die Toccata-Organ, eine von Herrn Ing. Ernst Schreiber im VEB Werk für Fernmeldewesen entwickelte elektronische Organ, wurde am 26. 3. 1957 in der St. Antonius-Kirche zu Berlin der Arbeitsgruppe „Elektronische Musikinstrumente“ vorgeführt.

Im Ausland hatte man sich bei den elektronischen Organen meist nur auf die ungefähre Nachbildung der Klangfarben und dieses auch nur im stationären (eingeschwungenen) Zustand beschränkt, wobei der harte Einsatz den elektronischen Charakter offenbarte und eine künstlerische Wiedergabe klassischer Orgelmusik nicht möglich war. Um diesen elektronischen Klang-eindruck zu überwinden, hatte man sich bei der Entwicklung der Toccata-Organ die Aufgabe gestellt, neben der naturgetreuen Wiedergabe der Klangfarben gerade die so wichtigen Ein- und Ausschwingvorgänge nachzubilden. Die Vorführung bewies, daß Herr Schreiber alle grundsätzlichen Probleme gelöst hat. In einer stattlichen Anzahl von Patenten fand diese Entwicklung ihren Niederschlag. Rein wirtschaftlich bietet die elektronische Organ gegenüber der Pfeifenorgan den Vorteil des wesentlich geringeren Preises und der Einsparung sehr großer Mengen hochwertigen Buntmetalles. Ihr geringes Volumen und damit ihre große Beweglichkeit verschaffen ihr darüber hinaus eine weit größere Einsatzmöglich-

lichkeit. Zu gegebener Zeit werden wir unseren Lesern weitere Einzelheiten berichten.

Frequenzteiler zu aufwendig in der Stimmung sind und für das Funktionsmuster bzw. die Serienproduktion umentwickelt würden. Es findet sich leider keine Erwähnung der Organ anlässlich der Herbstmesse vom 2. bis 9.9.1956 in Leipzig, wie unter Punkt 2.2.3 von Zeitzeugen beschrieben.¹²⁰

Ende April des Jahres 1957 berichtet die Zeitschrift „Radio und Fernsehen“ von der Vorstellung der „Toccata-Organ“ am 26.3.1957 in der St. Antonius-Kirche in Berlin (Vgl. Abb. 22). Auf der Abbildung ist ein Modell zu sehen, das bis auf einige kleine Abweichung dem Erhaltenen gleicht (Schwarze Drehknöpfe im rechten Manualbereich, horizontale Steckerleiste, Einbauten neben den

Abb. 22: Ausschnitt aus der Zeitschrift *Radio und Fernsehen* zur Vorführung der Toccata-Organ am 26.3.1957 in der St. Antonius-Kirche in Berlin

118 [ARCHIV 8] C Rep 404 Nr. 607 [02.06.1954], 2.

119 [ARCHIV 13] C Rep 404 Nr. 237 [13.01.1956], 3; vgl. [FILM 1] Finder [04.2010] 3(46ff).

120 [ARCHIV 12] C Rep 404 Nr. 926 [1956]; [ARCHIV 14] C Rep 404 Nr. 237 [26.07.1956], 2.

Vorverstärkern).¹²¹ Zehn Wochen später erscheint in der gleichen Zeitschrift auf drei Ausgaben verteilt der Artikel „Die Ausgleichsvorgänge in der Musik und deren synthetische Nachbildung bei elektronischen Musikinstrumenten“ von Ernst Schreiber. Darin wird ausführlich der physikalische Hintergrund der gewählten Klangsynthese erläutert und mit anderen Instrumenten verglichen. Am Ende sind wiederum zwei Fotos des Instruments angefügt.¹²² Eine weitere Vorführung der Orgel ist für den 11.8.1957 durch eine Fotografie aus dem Archiv des Industriesaalons Schöneweide belegt (Vgl. Abb. 23 und 24). Auf der Rückseite sind Vertreter der UdSSR sowie der DDR, A. J. Mikojan und O. Grotewohl, wie auch Ernst Schreiber erwähnt, die einer Vorführung der Toccata-Orgel durch den Organisten Szamocki im Fernsehzentrum beiwohnten.¹²³



Abb. 23: Foto mit vlnr Hr. Schreiber, Hr. Szamocki (sitzend), G. Probst und A. Mikojan bei einer Vorführung der Toccata-Orgel im Fernsehzentrum

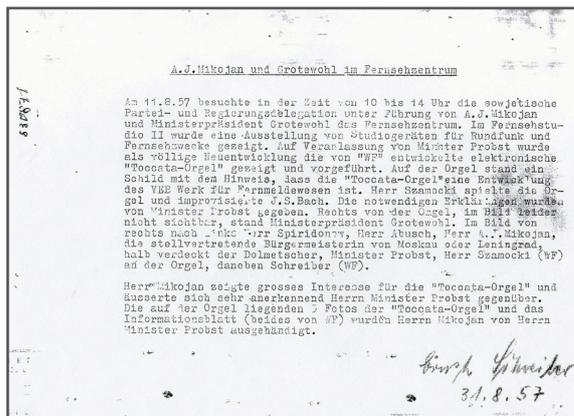


Abb. 24: Rückseite der gleichen Fotografie wie Abb. 22 aus dem Besitz des IS mit einer von Herrn Schreiber unterschriebenen Erläuterung

Noch im November 1957 wurden dem Orgel-Projekt gute wirtschaftliche Aussichten bescheinigt und eine Entwicklungsplanung elektronischer Musikinstrumente im WF bis ins Jahr 1960 bzw. 1965 skizziert. Der Aufwand belief sich bis dahin auf 720.000 Mark. Einen Monat später, bei der Planung des Jahres 1958 stellte sich jedoch heraus, dass auf Grund finanzieller Schwierigkeiten des WF und zusätzlich wegfallender Unterstützung von Seiten staatlicher Planstellen, die weitere Entwicklungsarbeit eingeschränkt oder eingestellt werden musste. In Bezug auf die Orgel heißt es am 20.12.57 "Die Bearbeitung ist befristet bis zum 31.3.1958 freigegeben. Über die endgültige Weiterbearbeitung muss die Werkleitung entscheiden."¹²⁴

Diese Lage scheint zunächst keine Auswirkungen auf die Arbeit an der Toccata-Orgel gehabt zu haben. In einer Beschwerde vom 23.6.1958 wird sogar gegen die

121 [ZEITS 1] Radio und Fernsehen 6 [1957/9], 266.

122 [ZEITS 2] Radio und Fernsehen 6 [1957/13], 396-400; [ZEITS 3] Radio und Fernsehen 6 [1957/14], 448-452; und [ZEITS 4] Radio und Fernsehen 6 [1957/17], 478-483.

123 Mikojan war stellvertretender Ministerpräsident der UdSSR zu der Zeit, [INTERNET 10] https://en.wikipedia.org/wiki/Anastas_Mikoyan [27.6.2014]; Grotewohl war Ministerpräsident der DDR, [INTERNET 11] https://de.wikipedia.org/wiki/Ministerrat_der_DDR [17.6.2014]; Gerhard Probst war stellvertretender Minister für Post- und Fernmeldewesen der DDR, [INTERNET 12] https://de.wikipedia.org/wiki/Gerhard_Probst [01.07.2014].

124 [ARCHIV 16] C Rep 404 Nr. 670 [07.11.1957], 2; [ARCHIV 18] C Rep 404 Nr. 567 [20.12.1957]; [ARCHIV 17] C Rep 404 Nr. 567 [14.11.1957].

bevorzugte Behandlung der Orgel gegenüber einer Fernbeobachteranlage Einspruch erhoben, und auf eine Änderung der Prioritätenverteilung gedrungen.¹²⁵

Letztendlich wurde die Entwicklung der Orgel offiziell zum 31.7. oder 20.8.1958 eingestellt, allerdings belegen Monatsberichte, dass die Arbeiten an den Orgeln noch bis 12.1958 weiterliefen (Vgl. Tabelle unter 5.1 des Anhangs).

Ein Antrag auf notwendige Reparaturen an den gebauten Orgeln nach einem Hochwasser sowie der zugehörige Beschluss, der die Fertigstellung und Dokumentation von vier vorhandenen Orgeln zulässt, sind auf den 4.11. respektive 14.11.1958 datiert. Demnach beliefen sich die Entwicklungsausgaben abschließend auf 1.202.000 Mark zuzüglich der Reparaturen und Abschlussarbeiten von 26.000 Mark. Es werden ein Labormuster, zwei Fertigungsmuster, neun Tonschränke sowie ein Funktionsmuster aufgezählt. Die ersten drei Orgeln werden im Antrag als grundsätzlich fertig beschrieben, sie waren direkt von dem Schaden betroffen. Das Funktionsmuster war technisch noch nicht spielbereit aber in besserem Zustand.¹²⁶

Obwohl in diesem Antrag auf die Berliner Festwochen und darauf hingewiesen wird, dass "Verpflichtungen gegenüber der DEFA" bestünden sowie "ernsthafte Interessenten zum Kauf eines Instruments bereit sind", kommt es laut Jahresabschlussbericht 1958 "infolge des hohen Preises" nicht zur Produktion.¹²⁷

4.2.3 K2 und K4: Zeitzeugen

Neben den Unterlagen aus dem Landesarchiv Berlin stehen für die Entwicklung der Elektronenorgel und deren Verbleib in den ersten Jahren nach der Fertigstellung zusätzlich die Aussagen der Zeitzeugen Heinz Finder und Gerhard Steinke zur Verfügung.

Der Umgang mit mündlich weitergegebenen Erfahrungen („Oral History“¹²⁸) ist eine andere als mit Archivalien oder Büchern. Alle Aussagen müssen auf Verlässlichkeit und Stimmigkeit geprüft werden. Zum einen sollte die erzählte Version der Geschichte auch bei mehrfachem Wiederholen konsistent sein, um eine Aussage als verlässlich zu erweisen. Zum anderen müssen die weitergegebenen Fakten und Ereignisse im Verhältnis zu anderen Quellen geschichtliche Stimmigkeit aufweisen. Untermauerung der mündlichen Informationen durch andere Quellen ist dabei die sicherste Vorgehensweise, da verschiedene Faktoren dazu geführt haben können, dass Ereignisse sich in der Erinnerung verändern.¹²⁹

Bei der Auswertung von Zeitzeugeninterviews muss also beachtet werden, dass es

125 [ARCHIV 19] C Rep 404 Nr. 670 [23.06.1958]; [INTERVIEW 1] Finder [14.08.2011], 1.

126 [ARCHIV 21] C Rep 404 Nr. 240 [04.11.1958], 1; [INTERVIEW 3] Finder [14.09.2011] 1(5).

127 [ARCHIV 24] C Rep 404 Nr. 927 [19.02.1959], 3.

128 DUNWAY et al. 1996, 40: „Oral History is primary source material obtained by recording the spoken words [...] of a person deemed to harbour hitherto unavailable information worth preserving“ - Mündliche Geschichte ist die Erlangung von primärem Quellenmaterial durch Aufnahme des gesprochenen Wortes einer Person, die erachtet wird bis dato nicht zur Verfügung stehende und erhaltenswerte Informationen zu beizien (eigene Übersetzung).

129 DUNWAY et al. 1996, 37, 89, 101.

sich um Argumente für eine bestimmte Sicht der Ereignisse handelt, und weniger um eine exakte Beschreibung der Realität.¹³⁰

4.2.3.1 Konstruktion

Von den insgesamt vier Orgeln die in Berlin gebaut wurden, waren laut den Unterlagen aus dem Landesarchiv Berlin zwei "Fertigungsmuster" und zwei Testmodelle, wobei von letzteren eines als "Labormuster" und eines als "Funktionsmuster" bezeichnet wurde. Bei der hier beschriebenen Orgel handelt es sich nicht um einen Vorläufer der Serienproduktion sondern um ein Testmodell.¹³¹

Herr Finder bezeichnete das erhaltene Modell mit K2 und die anderen Orgeln als K4.¹³² In Anbetracht der Archivalien lässt sich vermuten, dass es sich beim sogenannten K2-Modell - das für die Herbstmesse in Leipzig 1956 spielbereit gewesen sei, aber sich in der versuchsartigen Bauteilanordnung wahrscheinlich nicht als Fertigungsmuster eignete - um das "Labormuster" handelt.

Den Hintergrund für die Entwicklung der Orgel bildete nach der Ansicht von Herrn Finder die Aussicht, mit dem Instrument Devisen zu generieren. Zudem sei "die Toccata-Orgel [...] auch ein Vorzeigeprojekt" gewesen, da sie ausländischen Instrumentenentwicklungen im Bereich der Nachbildung von Orgelklängen überlegen gewesen sei. Die Verwendung für Filmmusik habe ebenfalls einen Anteil gehabt, was jedoch erst Anfang der 1960er Jahre funktioniert habe. Der Auftrag sei vom Staatlichen Rundfunkkomitee gekommen.¹³³

Da es sich bei der Toccata-Orgel um ein Imitationsinstrument handelt ist es sehr unwahrscheinlich, dass es für Filmaufnahmen Verwendung finden sollte. Die in diesem Bereich genutzten Instrumente gehörten eher, wie das Mixtur-Trautonium von Oskar Sala, in die Kategorie derjenigen mit außergewöhnlichen und neuen Klangformen (Vgl. auch das von E. Schreiber später entwickelte Subharchord, das für Fernsehproduktionen eingesetzt wurde).¹³⁴

Herr Finder kam Mitte der 1950er Jahre an das WF. Nach einiger Zeit in anderen Abteilungen sei er schließlich in das Akustiklabor versetzt worden. Nach einem Interview von Herrn Steinke mit Herrn Finder sei dies erst 1957 gewesen.¹³⁵ Dort wurde die Orgel unter der Leitung der Gebrüder Schreiber gebaut. Ernst

130 DUNWAY et al. 1996, 91, 100, 78: "the view that history is not so much a description of reality as it is a set of arguments that create knowledge about the past in a social context." - Die Ansicht, dass Geschichte nicht so sehr eine Beschreibung der Realität sei, als vielmehr eine Sammlung an Argumenten, die Wissen über die Vergangenheit im sozialen Kontext schafft (eigene Übersetzung).

131 [ARCHIV 21] C Rep 404 Nr. 240 [04.11.58], 2.

132 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.2011], 2ff; [INTERVIEW 2] Finder [21.08.2011], 4; [FILM 2] Finder [21.09.2011], 3-5.

133 [INTERVIEW 2] Finder [21.08.11], 2; [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 2.

134 [INTERNET 13] <https://de.wikipedia.org/wiki/Subharchord> [15.08.2014].

135 [INTERVIEW 5] Steinke/Finder [09.12.2009].

Schreiber sei als "geistiger Vater"¹³⁶ für die Grundkonzeption sowie die Tastsysteme verantwortlich gewesen, da er über die Einspielvorgänge und die Nachbildung des Luftaufbaus in den Pfeifen Bescheid wusste. Auch die weitere Aufgabenverteilung oblag ihm.¹³⁷ Laborleiter war Herr Dohmsch, "der dann die Tonkabinette gebaut,[...] die Pfeifenorgeln begutachtet und die Akustik und Elektroteile übersehen"¹³⁸ habe. Des weiteren habe es fünf Mechaniker für die praktische Arbeit gegeben, die vor allem gelötet und das K2-Modell zusammengesetzt hätten.¹³⁹



Abb. 25: Prospekt des VEB Tontechnik Berlin Hohenschönhausen für das Tonkabinett Z 130a

Dass Herr Dohmsch Laborleiter war geht aus den Unterlagen des Landesarchivs Berlin hervor. Dass er die Tonkabinette gebaut hat ist unwahrscheinlich. Von den zwei Typen, die vorhanden sind, handelt es sich zumindest bei einer nicht um Einzelanfertigungen (Vgl. Abb. 25 und 26). Möglicherweise hat Herr Dohmsch jedoch den elektrotechnischen Aufbau der Verstärker auf die Bedürfnisse des EKI 1 abgestimmt.

Herr Finder sei die Verbindungsperson zwischen den Mechanikern und den Konzepturen gewesen, habe jedoch vor allem die Frequenzteiler zur Aufgabe gehabt. Daneben sei die gesamte Verkabelungsarbeit und die Anleitung der Mechaniker bei der Konstruktion in seinen Bereich gefallen, sowie fehlende Kleinteile und Messgeräte zu bauen - zunächst nur zum Durchmessen der Frequenzteiler, später auch speziellere Messgeräte für die Orgel.¹⁴⁰ Letztlich sei er auch an den Oktavspannungsteilern, der Störkompensation, sowie teilweise an den Zwischenverstärkern beteiligt gewesen.¹⁴¹

Da die Klangfarben einer Pfeifenorgel nachgebildet werden sollten, sei die Gruppe um Herrn Schreiber im Laufe des Jahres 1954 zu den Silbermannorgeln nach Freiberg und Rötha bei Leipzig gefahren. Um Aufnahmen zu machen sei ein Tonbandgerät, groß, grau und schwer, möglicherweise von der AEG, verwendet worden. Diese Aufnahmen seien mit einem Oszillographen von RFT auf Ein- und Ausschwingvorgänge und die für Silbermann typischen Formanten untersucht

136 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 2(14).

137 [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 2(49). Die Art der Beteiligung von Paul Schreiber ist ungeklärt. Eine Unterlage von Herrn Steinke zeugt von seiner Beteiligung [CD/Informationen Steinke/Die Orgelbände].

138 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 2(18). Dazu im Widerspruch: [FILM 1] Finder [04.2010], 10(35): "Die wurden gesondert entwickelt."

139 [FILM 1] Finder [04.2010], 11; [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 1(17ff),3; [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 4.

140 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 3(33): "für die sieben Grundstellungen und Einschwingtiefen der Tastsysteme".

141 [FILM 1] Finder [04.2010], 4(12),7(6); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 3(19,31),5(7); [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 3(17).

worden.¹⁴²

Herr Steinke gibt eine andere Einsicht in die Messvorgänge: er habe im ersten Halbjahr 1958 mit seinem Team, einem Übertragungswagen des Funkhauses Leipzig, sowie dem Dozent Schätelich von der Universität Leipzig als Berater, lediglich Messungen an der Silbermannorgel in Rötha und im Funkhaus durchgeführt, zu denen auch Ernst Schreiber hinzugezogen wurde. Herr Finder habe nicht an dieser Arbeit teilgenommen. Die Messungen in Rötha wurden zum Großteil von Dipl. Ing. Jochen Köhler durchgeführt, der jedoch im Juni 1958 die DDR verließ. Da Herr Schreiber als Fachmann auf diesem Gebiet galt wurde die Auswertung der umfangreichen Messergebnisse ihm anvertraut, dies konnte jedoch erst im Jahre 1959 erfolgen.¹⁴³

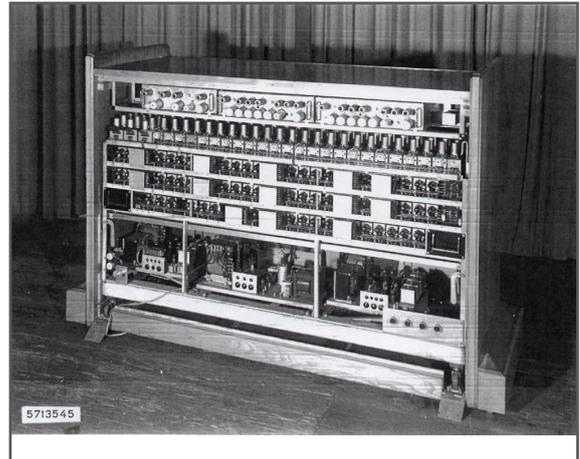


Abb. 26: Fotografie eines der Toccata-Modelle mit einem rechteckigen Tonkabinett von 1957

Es ist aus der jetzigen Informationslage kein eindeutiges Bild zu den Klangaufnahmen zu erlangen. Möglicherweise kann eine vertiefte Recherche weiter Dokumente oder Zeitzeugen, in der Röthaer Kirche oder der Uni Leipzig weitere Informationen hervorbringen. Fest steht lediglich, dass es Untersuchungen der Röthaer Silbermannorgel gegeben hat.

Erst danach wurde laut Herrn Finder im WF begonnen die Orgel zu konstruieren. Im Klangaufbau wurde die Quinte zu den Grundtönen starr gehalten (d.h. durch geeignete Teilung der Grundfrequenz und nicht durch einen eigenen Oszillator erzeugt), so dass es keinen Choreffekt gab wie bei einem Orchester oder einer Pfeifenorgel. Soweit er informiert sei, handele es sich bei der Toccata-Orgel um die einzige Entwicklung, in der dies gemacht worden sei. Er habe sich dagegen gewehrt, "aber die haben sich alle durchgesetzt, und das musste man machen".¹⁴⁴ Diese starre Quinte habe von Anfang an viele Probleme bereitet. Da die Frequenzen von den Obertönen nach unten geteilt würden - in einer Röhre werden dabei zwei Frequenzteilungen erledigt - habe das Ärger gegeben.¹⁴⁵

Bei den Röhren vom Typ ECC 83 Röhren handelt es sich um Doppeltrioden, es gibt also quasi zwei "Arbeitsstellen" in einem Glaskolben. Vermutlich ist hier mit den Problemen der Übersprung des Impulses von einer Triode auf die andere

142 [FILM 1] Finder [04.2010], 6(39); [INTERVIEW 2] Finder [21.08.11], 2(44); [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 4(46); [FILM 2] Finder [01.11.11], 5(26).

143 [INTERVIEW 5] Steinke/Finder [09.12.2009], 1.

144 [FILM 1] Finder [04.2010] 3(41).

145 [FILM 1] Finder [04.2010], 3(40),4(8),8(37),4(10); [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 2(18),3(45),5(28).

gemeint. Dies könnte z. B. geschehen, wenn beide Frequenzen zu nah beieinander liegen.

Herr Finder berichtet, dass Entwicklung und Bau gleichzeitig abgelaufen seien. Die Bauteile seien der Wärme wegen so angeordnet, dass die anderthalb Kilowatt Leistung der Orgel nach oben abziehen können. Im Fall des K2-Modells sei aber auch ausprobiert und eingebaut worden, wo Platz war, wie im Fall der Störkompensation. Während der Konstruktion habe es nur das Metallgestell ohne Gehäuse gegeben.¹⁴⁶

Ob, wie in Hr. Finders Erinnerung, bereits 1956 die Leipziger Herbstmesse beschickt wurde, ist unklar. In Anbetracht der Aussagen von Herrn Steinke, dass erst 1958 Messungen der Silbermannorgel gemacht wurden, und den Unterlagen aus dem Landesarchiv zur Messe 1956 scheint es unwahrscheinlich. Auch Herrn Steinkes Erinnerung, dass die Toccata-Orgel erst 1957/58 fertig entwickelt wurde, spräche dagegen.¹⁴⁷

Herr Finder sollte einen Ort für die Vorführung in Leipzig suchen, Da die Stromversorgung in der Nikolaikirche nicht ausreichte, sei die Nordkirche gewählt worden. Dann sei die Gruppe nach Leipzig gefahren. Die Tonkabinette seien auf die Empore der Kirche transportiert worden, neben die Pfeifenorgel. Es habe einen Angestellten im WF gegeben, der sei Assistent beim technischen Direktor und Organist in der katholischen Kirche in Schöneweide gewesen, der habe dann zusammen mit dem Organisten der Nordkirche gespielt. Die beiden hätten sich an einem bestimmten Stück das abwechselnde Einsetzen überlegt. Auch Ernst Schreiber sei dabei gewesen, damit die Klangfarben richtig eingestellt würden. Neben dem regulären Publikum seien auch Organisten aus Leipzig und dem Ausland vor Ort gewesen. Erst habe also die Orgel oben gespielt, dann die K2 unten. Niemand, nicht mal die Organisten, hätte gewusst welche Orgel spielt. Die Registerdisposition der Toccata-Orgel habe zwar nicht ganz mit der der Pfeifenorgel übereingestimmt, aber das Ergebnis sei gewesen, dass auf der K2 die Orgelklänge imitiert werden konnten und die Entwicklung erfolgreich verlaufen war.¹⁴⁸

Nach 1956 sei es darum gegangen, alle Fehler aus dem Funktionsmodell zu beseitigen und es durch Erweiterungen zu verbessern. Die Klangfarben seien nicht mehr verändert worden,¹⁴⁹ alles andere jedoch sei weiterentwickelt worden. Vor allem habe das bedeutet, die Abläufe der Tongenerierung zu stabilisieren. Den Frequenzteiler habe Herr Finder ändern müssen, da besonders bei steigenden Temperaturen durch die starre Quinte Heuler aufgetreten seien. Die K4 Modelle

146 [INTERVIEW 2] Finder [21.08.11], 2(7,18), ; [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 2(42); [FILM 2] Finder [01.11.11], 6(3).

147 [AUSKUNFT 1] Steinke [16.10.13], 1; [ARCHIV 14] C Rep 404 Nr. 237 [26.07.1956], 2.

148 [FILM 1] Finder [04.2010], 12(7); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 2(35).

149 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 5(17): Die Aussage 4(39): "Es habe verschiedene Filtervarianten gegeben, die von Herrn Finder jedoch nicht aufgezeichnet worden seien." steht dazu im Widerspruch.

seien dann mit Leiterplatten im Steckverfahren anstelle der aufwendigen Verlötung gebaut worden.¹⁵⁰

Die größte Komplikation habe sich aus den benötigten Bauteilen für die Tastsysteme ergeben. Mechanische Schalter seien für die Tastung nicht in Frage gekommen, da diese zu einem hörbaren Klacken geführt hätten. Es wurde ein kontaktloser Schalter benötigt, um damit die Töne zu schaltet. "Und zwar eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben. Für jeden einzelnen Ton [...], für jedes Manual."¹⁵¹

Es seien im WF Gleichrichterröhren EAA 91 produziert worden, von denen aber nach Messungen nur eine von 15 die geforderte Qualität erbrachte. Aber auch von den Orgelausmaßen sowie vom resultierenden Energieaufwand bei etwa 1100-1200 verwendeten Röhrendioden sei deren Verwendung unmöglich gewesen. Es sollten also Germaniumdioden sein, die einen sehr großen Bereich von einem MegOhm Differenz zwischen Durchgang und Sperrn aufwiesen und 1956 nicht ohne weiteres zur Verfügung gestanden hätten. 1957 habe die Laborproduktion von Germaniumdioden (OA 860 oder OA 665) im WF mit nur drei Mitarbeiterinnen begonnen. Aber auch hier habe lediglich jede zehnte bis zwölfte Diode die erforderlichen Werte erreicht.¹⁵²

Fotodioden aus dem Betrieb Carl-Zeiss Jena hätten zwar die Leistung erbracht, aber auch da hätte die gesamte Produktionsart für diese Menge umgestellt werden müssen, was wegen der kirchlichen Konnotation der Orgel abgelehnt worden sei.¹⁵³ Es hätte im WF also auf einmal sehr viele Germaniudiode hergestellt werden müssen, da es aber keine Verwendung für die überschüssigen gegeben habe, sei der technische Direktor [Wasko] zunächst nicht zu überzeugen gewesen. Von FINDER sei diesem daraufhin der Vorschlag gemacht worden, die Diode anstelle der Gleichrichterröhre EAA 91 in Rundfunkgeräten zu verwenden. Auch der Leiter der Laborfertigung habe sich zuerst aufgrund mangelnder Arbeitskräfte geweigert. Die Anzahl der Mitarbeiter sei dann aber auf letztlich 20 erhöht worden. So sei die Röhre EAA 91 bis 1960 fast vollständig von der Germaniumdiode verdrängt worden, bevor Silizium, Halbleitertechnik und Transistoren aktuell wurden.¹⁵⁴

Die Bezeichnung K1 seien nach FINDER lediglich Laboraufbauten gewesen. Die erhaltene Orgel K2 entspreche dem Modell zum Funktionstest, an dem noch Erweiterungen, fehlende Komponenten etc. zugebaut würden. K3 sei dann wiederum eine Planstufe mit ausgereiften Schaltbildern gewesen, bis K6, K7 oder K9, was dann die Serienproduktion gewesen sei. Die rechteckigen Lautsprecher seien

150 [FILM 1] FINDER [04.2010], 2(33),7(48); [INTERVIEW 2] FINDER [21.08.11], 3(48).

151 [FILM 1] FINDER [04.2010], 7(18); [INTERVIEW 1] FINDER [14.08.11], 4(46); [FILM 2] FINDER [01.11.11], 2(26,30).

152 [FILM 1] FINDER [04.2010], 5(9ff); [INTERVIEW 1] FINDER [14.08.11], 5; [INTERVIEW 4] FINDER [21.09.11], 5(40ff).

153 [INTERVIEW 1] FINDER [14.08.11], 5(12); [INTERVIEW 4] FINDER [21.09.11], 4(38).

154 [FILM 1] FINDER [04.2010], 5(9),7(14),8(2); [FILM 2] FINDER [01.11.11], 2(8ff).

für das Modell K2 verwendet worden, die sich verjüngenden Tonkabinette für die K4.¹⁵⁵

Drei K4-Orgeln seien gebaut worden, eine noch im WF (OSW), die nächsten zwei bereits am Ostkreuz (Werk II). Es sei noch eine Weiterentwicklung auf Transistorbasis begonnen worden, mit nur 50 Röhren für die Netzgeräte, die jedoch nicht abgeschlossen werden konnte, da die für die Einschwingvorgänge notwendigen Fotodioden (s. o.) von Carl-Zeiss Jena nicht zur Verfügung gestellt worden seien und solche aus dem Westen zu teuer gewesen wären. 1959 sei das Entwicklungsende gewesen, da die Partei nicht gewollt habe, dass die Orgel weiter gebaut werde.¹⁵⁶

Herr Finders Erinnerung für den Zeitraum nach dem Abschluss der Arbeiten ist uneindeutig.¹⁵⁷ Ernst Schreiber sei zum RFZ in die Nalepastraße gewechselt, wo zwei Mixtur-Trautonium gebaut worden seien, eins davon befinde sich heute im Technikmuseum.¹⁵⁸ Herr Steinke habe auch Herrn Finder für das Mixtur-Trautonium haben wollen, er habe aber nicht mit E. Schreiber im März 1959 gehen dürfen, da er das K2-Muster sowie die K4-Geräte warten sollte. Dies, da er der einzige gewesen sei, der sich dort mit den Orgeln ausgekannt habe und trotzdem der Leiter der Geräteentwicklung, Wesser, nach starkem Interesse von G. Probst (Vgl. Fußnote 123, Abb. 23) eine Übernahme gefördert hätte.¹⁵⁹

Für die Arbeit an der Orgel habe er keine Prämie bekommen, da sie nicht wirtschaftlich rentabel gewesen sei. Das Geld sei bis 1989 aus der Theaterarbeit und den Wartungsarbeiten gekommen. Für die K2-Orgel habe er für jede Vorstellung in der Komischen Oper 110 M bekommen.¹⁶⁰

4.2.3.2 Verwendung

Nachdem die Entwicklungsarbeit an der Orgel eingestellt worden sei, hätten die vier Modelle im WF Belegschaftssaal gestanden. Das nächste Ereignis ist der Wassereinbruch am 1. Mai 1958 im Werk II des WF am Ostkreuz, durch den eine

155 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 2(26ff); [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 4(7ff),3(49).

156 [FILM 1] Finder [04.2010], 7(43); [INTERVIEW 2] Finder [14.08.11], 2(47); [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 2(36); Die Interview Frage bezog sich auf die Toccata-Orgel, vermutlich meinte Herr Finder aber das Entwicklungsende der beschriebenen Transistoren-Orgel, da nach Archivunterlagen erstere 1958 beendet wurde Vgl. [ARCHIV 21] C Rep 404 Nr. 240 [04.11.1958].

157 [FILM 1] Finder [04.2010], 8(6): "Ich habe aber dann im Anschluss daran später noch etwas ganz anderes gemacht, ich habe hier weiter entwickeln können auf diesem Gebiet und zwar für ein Mixtur-Trautonium, das wurde im staatlichen Rundfunkkomitee entwickelt." im Widerspruch zu [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 2(41): "Ich war dann Laborleiter am Ostkreuz, aber da haben wir keine Musikinstrumente mehr gemacht, ich habe dann für das Fernsehen entwickelt."und [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 5(37): "erst Anfang der 60er [...] hab ich dann weiter an der Mixtur mit Transistoren gearbeitet." und [FILM 2] Finder [01.11.11], 7(29): "Daran habe ich auch nicht gebaut, sondern ich wollte ja an und für sich zum Rundfunkkomitee rüber, ging nicht."

158 [FILM 1] Finder [04.2010], 8(30); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 4(7).

159 [FILM 1] Finder [04.2010], 8(8ff); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 4(9); [INTERVIEW 5] Steinke/Finder [09.12.2009], 1; [AUSKUNFT 1] Steinke [16.10.13], 1.

160 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 3(39ff); [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 2(36).

der K4-Orgeln irreparabel verloren gegangen, und von Herrn Finder als Ersatzteil-lager verwendet worden sei.¹⁶¹

Das K2 Modell habe laut Herrn Finder Ende der 1957 in der Katholischen Kirche in Oberschöne-weide gestanden. Auch Herr Steinke erinnert sich daran "er habe den Organisten Szamocki gut gekannt und dies befürwortet", und beide berichten, dass das K2 Modell mit Ernst Schreiber an das BRF/RFZ gegeben wurde.¹⁶²

Ob es sich hierbei um längere Aufenthalte handelte war nicht zu rekonstruieren. Die Orgel muss zum 1. Mai 1958 am Ostkreuz gewesen sein, da auch sie in den Reparaturanträgen nach dem Wasserschaden erwähnt wird.¹⁶³

Einem Artikel der Zeitschrift "Radio und Fernsehen" ist zu entnehmen, dass eine K4 Orgel am 26.3.1957 "in der St. Antonius-Kirche zu Berlin" vorgeführt wurde.¹⁶⁴ Möglich wäre, dass in der Kirche nicht die K2 sonder ein K4 Modell stand.

Ein K4 Modell habe ab 1958 oder 1959 in Rostock im Volkstheater Verwendung gefunden. Als Herr Finder für die Stimmung dort gewesen sei, "haben [die] das für unmöglich gehalten, dass man mit zwölf Reglern diese ganze Orgel stimmen kann."¹⁶⁵

Diese Orgel sei im selben Jahr zur Eröffnung der Rügenfestspiele in Ralswiek aufgestellt worden, die vom Intendanten des Volkstheaters Rostock, Friedrich, organisiert worden seien. Sie habe dafür zwei Monate unbeeinträchtigt vom Klima im Freien gespielt. Dies sei unter anderem durch die für dieses Modell eingegossen-ten Spulen in den Frequenzteilern möglich gewesen. Da der Nachfolger dieses Intendanten kein Interesse an der Orgel gehabt habe, sei sie nicht weiter verwendet worden.¹⁶⁶

Leider ist über das Volkstheater Rostock oder die Rügenfestspiele auf Grund man-gelnder Zeitzeugen keine weitere Klärung möglich gewesen. Der Aufenthalt in der Schöne-weider Kirche scheint plausibel, für eine zusätzliche Reise des gleichen Modells an die Ostsee scheint jedoch der Zeitrahmen zwischen Fertigstellung, Wasserschaden, Reparatur und Aufstellung im BRF/RFZ zu knapp.¹⁶⁷

161 [FILM 1] Finder [04.2010], 10(30); [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 3(28),4(8).

162 [INTERVIEW 5] Steinke/Finder [09.12.2009], 1.; [INTERVIEW 4] Finder [21.09.11], 5(24); [AUSKUNFT 2] Steinke [24.10.13], 1.

163 [ARCHIV 21] C Rep 404 Nr. 240 [04.11.58], 1.

164 [ZEITS 1] Radio und Fernsehen 6 [1957/9] 266: "Die Toccata-Orgel, eine von Herrn Ing. Ernst Schreiber im VEB Werk für Fernmeldewesen entwickelte elektronische Orgel, wurde am 26.3.1957 in der St. Antonius-Kirche zu Berlin der Arbeitsgrup-pe "Elektronische Musikinstrumente" vorgeführt." [INTERNET 14] <http://www.dekanat-koepenick.de/schoeneweide/index.html> [15.09.2014]; [INTERNET 15] https://de.wikipedia.org/wiki/St.-Antonius-Kirche_%28Berlin%29 [15.09.2014]: Es gibt in Berlin zwei St. Antonius-Kirchen: eine in der Nähe des Werk II des WF am Ostkreuz, in der Rüdersdorfer Straße, eine an-dere in der Roedernstraße in der Nähe des WF in Schöne-weide. Da das K2-Modell noch in Schöne-weide produziert wurde aber 1958 für den Wassereinbruch im Werk II gewesen sein muss, ist es schwer zu mutmaßen.

165 [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 3(6); [INTERVIEW 3] Finder [14.09.11], 3(9); [FILM 2] Finder [01.11.11], 6(42f).

166 [FILM 1] Finder [04.2010], 2(36),4(14); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.11], 3(7ff).

167 [AUSKUNFT 5] Volkstheater Rostock [26.09.13].

Anfang der 1960er sei das K2 Model nach Herrn Finders Erinnerung in der Komischen Oper Berlin eingesetzt worden. Dort habe sie neben dem Orchesterraum, in einem eigenen Raum, in dem zuvor Instrumente aufbewahrt worden seien, gestanden. Für eine gute Klimatisierung sei zum einen durch ganzjährig gleichmäßige Temperaturen im Haus, zum Anderen durch Ventilatoren gesorgt worden, die auf beiden Seiten des Instruments aufgestellt worden seien und die Wärme durch ein Loch in der Decke abgeführt hätten. Die drei zugehörigen Kabinette für Oberwerk, Hauptwerk und Pedalwerk seien im oberen Teil der Bühne in Richtung des Zuschauerraums von links nach rechts aufgestellt und über lange Kabel mit der Orgel im unteren Teil verbunden gewesen, was gut funktioniert habe.¹⁶⁸

Der Organist habe für die einzelnen Stücke, da die Orgel jeweils mit einer bestimmten Lautstärke gespielt hätte, Aufzeichnungen zu Pegel und Einsätzen gehabt. Da die Spulen der K2 Frequenzteiler nicht harzgetränkt waren, war die Stimmung sehr empfindlich und Herr Finder habe daher Orgel auf die korrekte Stimmung und Lautstärke kontrolliert. Dafür habe er ebenfalls Aufzeichnungen und eigens eine

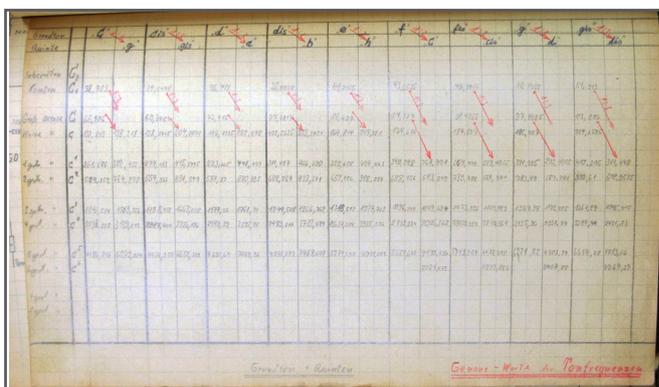


Abb. 27: Blatt mit Tonfrequenzen und zugehörigen Quinten aus einem Notizbuch von Hr. Finder

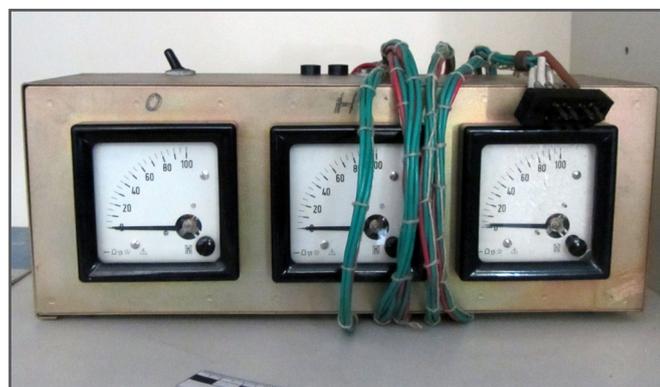


Abb. 28: Fotografie eines Lautstärkekontrollgeräts, das links neben den Vorverstärkern im Innenraum der Orgel eingesteckt wird

Messtechnik gehabt (Vgl. Abb. 27 und 28).

Die Orgel sei bei fünf oder sechs Stücken eingesetzt worden, unter anderem „Salem“ und „Macht des Schicksals“. So habe Herr Finder dann Herrn Masur kennengelernt, da er die Stimmung der Orgel nach dessen Geschmack einstellen sollte. Teilweise habe sich der Dirigent, nachdem die Musiker gegangen waren, die Orgel anhören wollen, und mit Herrn Finder sowie dem Organisten die Frequenzstimmung gemacht. Solche Einstellungen seien bei der Probe dann nochmals kontrolliert, und als Sicherheit im Tonstudio für etwaige Zwischenfälle auf Band aufgenommen worden. Bis Juni 1990 habe Herr Finder diese Orgel betreut. Herr Stein von der Komischen Oper legt das Ende der Nutzung in der Komischen Oper auf Mitte der 80er. Es sind zudem einige im Archiv vorhandene Aufnahmen zur

168 [FILM 1] Finder [04.201] 8(47), 10(48ff); [INTERVIEW 4] Finder [21.09.201] 4(8ff).

Verfügung gestellt worden.¹⁶⁹

Dies sind:

- Tosca 1961
- Othello 1962
- Macht des Schicksals 1975
- Peter Grimes 1981
- Giustino 1984
- Cavalleria Rusticana 1987

Nachdem K. Masur die Orgel als Dirigent der Komischen Oper kennengelernt habe, sei er laut Herr Finder derart von ihr eingenommen gewesen, dass er ein Modell nach Leipzig geholt habe, als er dorthin wechselte. Dies sei schon vor der Eröffnung des neuen Hauses gewesen, "in den 70ern auf jeden Fall. Vielleicht auch schon Ende der 60er."¹⁷⁰

In Leipzig habe dann ein K4 Modell im Neuen Opernhaus gestanden, in das sie, nach Herr Finders Erinnerung, während der Bauzeit durch das Dach gelangte sei. Herr Masur habe Herr Finder bei den Pflgeterminen daraufhin oft getroffen. Bis Juni 1989 habe er einmal im Jahr in den Ferien ein Wochenende in Leipzig verbracht um mit dem Tonmeister zusammen die Orgel zu kontrollieren. Es sei geprüft worden ob Frequenzen vorhanden waren, die nicht in das Klangbild gehörten, was aber nicht vorgekommen sei. Der Tonmeister sei anfangs einmal vierzehn Tage in Berlin gewesen und von Herrn Finder in einer Schulung über die Technik aufgeklärt worden, wonach er die Orgel 10 Jahre lang gepflegt habe.¹⁷¹

Wenn die Leipziger Orgel drei Stunden gespielt habe, sei es im Raum mit dem Spieltisch sehr heiß geworden. Da zum einen die Widerstände und Kondensatoren die Temperaturunterschiede auf Dauer nicht vertragen, aber auch um zu verhindern, dass die Frequenzen sich laufend veränderten und die Töne höher würden, sollte dies durch ausreichend Kühlung verhindert werden.

Dazu habe der Tonmeister einerseits drei Kühlschränke besorgt und das Studio mit deren Kühlvorrichtungen versehen. Zusätzlich sei eine Kühlung mittels der Filz-Kunstlederbedeckung gebastelt worden, die als Transportschutz bei den drei Tonkabinetten dabei gewesen sei. Diese seien zu "Ballons" umfunktioniert und mittels Industriestaubsaugern belüftet worden, ohne dass dies akustisch aufgefallen sei.

Einer der Tonmeister habe dann immer schon gegen 18 Uhr vor Ort sein müssen, um die Kühlung einzuschalten und die Temperatur zu prüfen. Auch im Sommer

169 [FILM 1] Finder [04.2011], 13(33ff); [INTERVIEW 1] Finder [14.08.201] 2(13ff).; [AUSKUNFT 3] Stein [14.103012]; [AUDIO 2] "Ausschnitte aus historischen Tondokumenten mit der röhrenbetriebenen Orgelanlage EKI 1", Komische Oper, CD Anlage.

170 Finder:"in den 70ern auf jeden Fall. Vielleicht auch schon Ende der 60er." [110914] und "in Leipzig [...] von einem Tonmeister [...] der diese Orgel zehn Jahre gepflegt hat" Vorstellungen seien unter anderem "Macht des Schicksals" und "x auf dem Dach" gewesen. [110814]; Aber auch: "Von 1959/60 lief die [Leipziger] Orgel bis zur Wende 1990 ohne Probleme" [110814]. Die Neue Oper wurde 1960 eröffnet. Kurt Masur hingegen ging 1970 nach Leipzig an das Gewandhaus, das bis 1981 kein eigenes Aufführungshaus besaß. [INTERNET 16] https://de.wikipedia.org/wiki/Opernhaus_Leipzig [15.07.2014]; [INTERNET 17] https://de.wikipedia.org/wiki/Kurt_Masur [15.07.2014]; [INTERNET 18] <https://de.wikipedia.org/wiki/Gewandhausorchester> [15.07.2014].

171 [FILM 1] Finder [04.2010], 13(14ff).

habe das Tonstudio so eine Temperatur von 8 bis 14° C gehabt, nach der Vorstellung etwa 26° C.¹⁷²

4.2.3.3 Ausstellung

Die Leipziger Orgel ging im Laufe der 90er als "ruinöse Teile" ans Grassi Museum, wo sie im Laufe von Depotumstrukturierungen Anfang des neuen Jahrtausends kassiert wurde.¹⁷³

Nach bisherigen Informationen von Herrn Stein, Tonmeister an der Komischen Oper, ist die Orgel dort bis Mitte der 1980er Jahre genutzt worden und war bis dahin klanglich hervorragend, jedoch instabil im Betrieb und sehr aufwendig in der Wartung. Es wurden für die Beschallung 6 Kabinette verwendet, vier davon auf der Bühne.¹⁷⁴

Nach Herrn Finder ist die K2-Orgel 1990 zurück zum WF gekommen. Die Komische Oper habe jedes Jahr 5000 Ostmark Miete bezahlt, da sie sich den Kaufpreis von 80.000 Ostmark nicht leisten konnte. Die Orgel sei so Eigentum von WF geblieben. Im Gespräch mit Herrn Steinke wurde 1992 als Jahr der Rückführung angegeben. Er habe die Orgel noch längere Zeit spielbar halten können, denn die Kondensatoren funktionierten bis auf einige defekte Ferritkerne einwandfrei.¹⁷⁵

Da die Personalkosten für die Wartung sowie der Aufwand der Wärmeableitung höher gewesen seien, als von der Oper erwünscht, sollte die Orgel gegen eine neue auf Synthesizerbasis ausgetauscht werden.

Das Musikerehepaar Basche, das zu dem Zeitpunkt an der Komischen Oper angestellt war, erfuhr von diesen Absichten und berichtete dem Nachbarn Herrn Werner Graeser davon. Denn dieser war bei WF als Sicherheitsinspektor angestellt gewesen, und wusste daher von dem Museumsraum im Behrens-Bau. Es sei nicht mehr nachvollziehbar über wen oder zu welchen Bedingungen die Orgel rückgeführt wurde, es habe zwar einen Kaufvertrag gegeben, Herr Graeser habe sich jedoch nicht mehr erinnern können, ob tatsächlich Geld geflossen sei.

Zunächst habe die Orgel dann im Turm des Behrens-Baus gestanden, an einem Geländer zum Lichthof. Als Samsung den Betrieb 1993 gekauft hatte, ließen die Verantwortlichen sich in einem breiten Flur im Kopfbau von ehemaligen Mitarbeitern¹⁷⁶ ein Museum zur Werksgeschichte einrichten. Nachdem Samsung den Standort aufgegeben hatte kam die Orgel mit anderen Ausstellungstücken zurück ins Hauptwerk (Anbau zum Behrens-Bau, Bauteil E) und stand dort auf bis 2009.¹⁷⁷

172 [FILM 1] Finder [04.2010], 13(28ff).

173 [AUSKUNFT 5] Heise [02.10.2013].

174 [AUSKUNFT 3] Stein [14.10.2013]; [FILM 1] Finder [04.2010], 12(47ff); [INTERVIEW 1] Finder [14..08.2011], 3(11ff).

175 [FILM 1] Finder [04.2010], 12(4); [INTERVIEW 5] Steinke/Finder [15.10.2014].

176 Joachim Kullmann, Winfried Müller (IS).

177 [INTERVIEW 6] Müller [25.09.13]

Die Orgel sei dann mit einem Gabelstapler zum Industriesalon e.V. transportiert worden, was an der Unterseite zu ausgeprägten Beschädigungen geführt und viele Reparaturen erfordert habe. Auch der Kabelbaum sowie die Rückseite der Tastsysteme seien in Mitleidenschaft gezogen worden.¹⁷⁸

178 [Film 1] Finder [04.2010] (); [INTERVIEW 6] Müller [25.09.2013]

4.2.4 Die Verortung der Toccata-Orgel

Analog zu der generellen Entwicklung elektronischer Musikinstrumente lässt sich die Toccata-Orgel gut zwischen den experimentellen Instrumenten der Vorkriegszeit und den imitierenden Orgeln der 1950er Jahre verorten.

Ihre Konzeption entsprang funktionell den grundlegenden Forschungsergebnissen der vorangehenden Instrumente, die zumeist noch nicht in der Lage waren, die Klänge einer Pfeifenorgel zu erzeugen (Vgl. Punkt 2.1.3). Die Komponenten die in der Toccata-Orgel zusammengeführt werden sind folgende (genauer unter Punkt 4.1.2):

- Dauertongeneratoren
- Sägezahnschwingung
- Frequenzteilerketten

- Ein- und Ausschwingvorgänge
- Klangübergänge
- Tastsysteme

- Tonformung im Oktavspannungsteiler
- Herausfiltern der graden Harmonischen im Outphaser
- subtraktive Formung der Formanten im Formantfilter
- additive Formung zeitlich differierender Ausgleichsvorgänge im Formantfilter
- Tremulant (Amplitudenvibrato) im Vorverstärker

Diese sind in einfacherer Ausführung schon vor oder kurz nach dem zweiten Weltkrieg in anderen Instrumenten zu finden. Es werden bereits um 1940 auch die Formantfilter sowie die Ein- und Ausschwingvorgänge angegangen, jedoch in weit geringerem Ausmaße realisiert. Ähnlich wie im Bereich von polyphonem Spiel und der Klangsynthese sind die Tendenzen der Entwicklungen zu erkennen.

Ästhetisch wiederum, in ihrem Anspruch die Pfeifen einer Silbermannorgel zu imitieren, brachte sie einen anderen Geist zum Ausdruck. Der primäre Nutzraum der Orgel war, trotz vermehrter andersartiger Kompositionen, immer noch die Kirche. Kirchenmusik wurde in der DDR auch nicht grundsätzlich abgelehnt, hatte ideologisch jedoch einen schwierigen Stand. Und so wurde die Toccata-Orgel von offizieller Seite besonders für den kirchlichen Einsatz im Ausland entwickelt. Aber auch für den Einsatz in Kultur- und Lichtspielhäusern war sie angedacht. Hier ist anzuzweifeln, ob der orgeltreue Klang zum Tanz geeignet gewesen wäre.¹⁷⁹

1956 wird zum Thema der Ein- und Ausschwingvorgänge in einer westdeutschen

179 DIBELIUS et al. 1993, 66; PRIEBERG 1970, 287, 294, 297: "In der DDR machte man sich diese Tradition [des Orgelbaus] zunutze und erzielte mit der Königin der Instrumente beträchtliche Exporterlöse."

Fachzeitschrift noch bemerkt, dass "eine gewisse Angleichung zu erreichen [ist]. Eine genaue Übereinstimmung kann allerdings kaum erzielt werden."¹⁸⁰

Ein in diesem Zeitraum gebautes Instrument des "Apparatewerk Bayern", die Polychord-Orgel, die unter Punkt 2.1.3 beschriebene Baldwin-Orgel, sowie diverse Erzeugnisse amerikanischer Hersteller (Minshall-Orgel, Connsonata-Orgel, ...) können eine Verwandtschaft zur Toccata-Orgel aufweisen. Sie sind polyphon, mit Dauertongeneratoren ausgestattet, erzeugen die Tonhöhen über Frequenzteilerketten und besitzen ausführliche Schaltsysteme für die Klangsynthese. Es ist jedoch eindeutig zu bemerken, dass der in diesen Fällen betriebene Aufwand nicht an den komplexen Aufbau der Baugruppen der Toccata-Orgel heran reicht. Das Tastsystem war eine Neuentwicklung Ernst Schreibers, das eine den Unterschieden der Ansprache bei Pfeifenorgeln entsprechende mannigfaltige additive Klangformung mit der subtraktiven Formung der Obertöne im gleichfalls nah an den vielschichtigen Wirkungsebenen der klassischen Register konzipierten Formantfilter kombinierte.¹⁸¹

Erst ab den 1960er Jahren wird mit der Einführung der Transistoren die Herstellung von aufwendigen Schaltungen wie sie in der Toccata-Orgel zu finden sind weniger arbeits- und kostenintensiv. Aber auch mit dieser Erleichterung blieben klanglich hervorragende elektronische Orgeln bis in die 1980er Jahre auf Grund des Preises Prestigeobjekte in zumeist öffentlichen Gebrauch.¹⁸²

Die geleistete Grundlagenforschung wurde von Herrn Schreiber vermutlich in seiner Arbeit am Subharchord angewendet und fortgeführt.

180 TAYLOR 2001, 41; ANON 1956, 665.

181 Vgl. [ZEITS 2] Radio und Fernsehen 6 [1957/13], 396- 400; Vgl. Betriebsanleitung [Punkt 1. Verwendungszweck]

182 ANON 1956, 666; KUPFER 1967, 194; [INTERNET 19] <http://120years.net/wordpress/the-polychord-organ-harald-bode-germany-1946/> [06.07.2014]; [INTERNET 20] https://de.wikipedia.org/wiki/Elektronische_Orgel [07.07.2014].

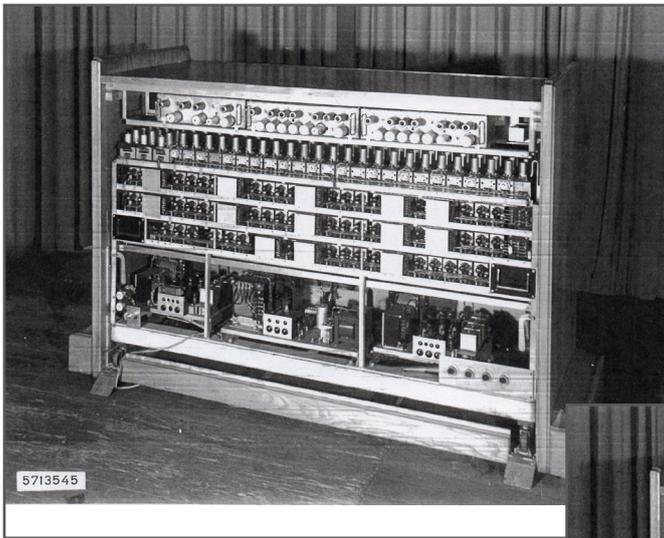


Abb. 29 und 30: Eine Toccatina-Orgel von 1957, möglicherweise das Labormodell

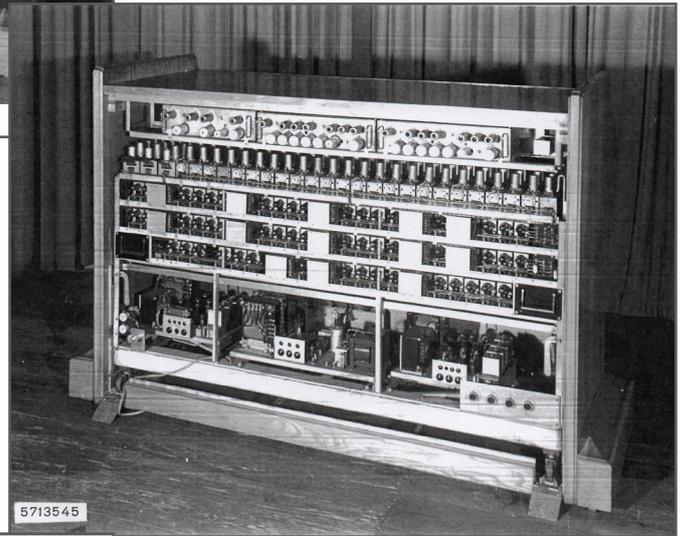
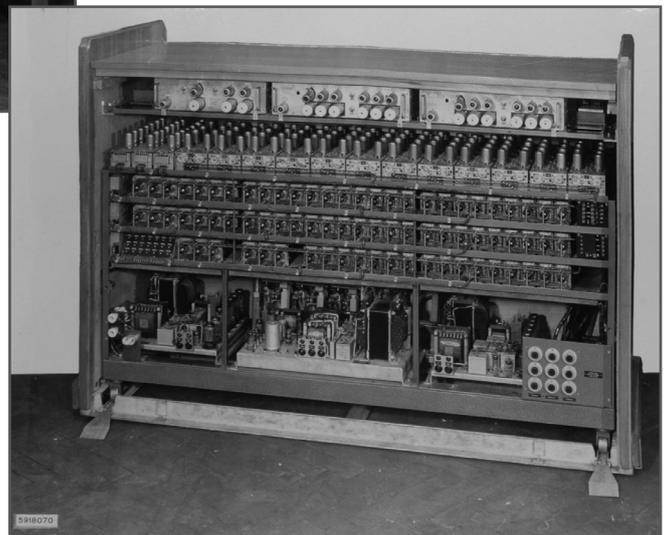


Abb. 31 und 32: Eine Toccatina-Orgel von 1959, möglicherweise das Nullserienmodell



5 Konzept

Die elektronische Orgel EKI 1, auch als „Toccata-Orgel“ bezeichnet, ist ein herausragendes Ausstellungsstück des Industriesalon e.V. in Schöneweide, Berlin. Sie ist nach derzeitigem Erkenntnisstand das einzige erhaltene Modell von ehemals vier Orgeln.

Um die kulturelle Bedeutung des Instruments zu verstehen, wurde zunächst die spezifische Objektgeschichte heraus gearbeitet. Diese wird zum einen mit den Produktions- und Verbleibsumständen der anderen Modelle in ein Verhältnis gesetzt, zum anderen mit der Geschichte vergleichbarer Instrumente. Ebenfalls erwähnenswert sind die wirtschaftliche und politische Situation am HF Werk für Fernmeldetechnik, später WF Werk für Fersehelektronik.

Eine abschließenden Einschätzung der Informationen bildet das Fundament für das Konzept zum Erhalt des Elektronischen Musikinstruments. Überlegungen zu notwendigen und möglichen Schritten werden dabei von ethischen Aspekten der Wiederspielbarmachung und dem dualen Charakter der Orgel als elektronisches Gerät und Musikinstrument maßgeblich beeinflusst.

Elektronische Orgeln fanden im öffentlichen Bereich, besonders in Kinos, bereits seit den 1920er Jahren Einsatz. Ab den 1950er Jahren wurden sie auch für den Heimgebrauch populär, da sich Löhne und Anschaffungspreise relativierten und dem Verbraucher den Genuss eines ungewohnten Klangerlebnisses ermöglichten. Die Erschwinglichkeit wurde durch Materialeinsparung und Anwendung einfach aufgebauter Tongeneratoren und Tastsysteme erlangt. Dies ermöglichte zwar preisgünstigere Orgeln und leichteres Handhabung, bedeutet jedoch auch die Unreichbarkeit des pfeifengetreuen Orgelklangs.

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Technik, besonders dem Ersatz der Röhren durch Transistoren, wurden weitere Verfeinerungen des Schaltungsbaus und Verringerungen des Kostenaufwands möglich. Die klanglichen Nachteile der elektronischen Orgeln der Anfänge konnten so umgangen werden. Tatsächlich wäre es mit sehr großem Aufwand möglich gewesen, eine Silbermann-Orgel in ihrem Klangbild exakt zu reproduzieren. Dieser wurde innerhalb der zeitlich bedingten Möglichkeiten mit dem EKI 1 bis zu einem hohen Grad betrieben und so war diese Elektronenorgel im Klang ihrer Zeit voraus.

Um dem generierten Klang eine möglichst hohe Ähnlichkeit mit dem klassischer Pfeifenorgeln zu geben, wurden vom Erfinder elaborierte und mit den trotz Mangelwirtschaft zur Verfügung stehenden Bauteilen komplizierte Systeme zum Antasten der Töne und für adäquate Ein- und Ausschwingvorgänge konzipiert und patentiert. Diese Baugruppe der Tastsysteme ist als die bedeutsamste elektrotechnische Leistung der Röhrenorgel anzusehen.

Nichtsdestotrotz begann die Entwicklung des Instruments unter Verwendung von Röhren als Steuerelement bereits nachdem für den gleichen Zweck Transistoren

entwickelt wurden. Diese verdrängten die Röhre in den 1960er Jahren bis auf wenige Spezialanwendungen aus der Elektronik. Parallel zum Ende des Röhrenzeitalters konzipiert, wäre die Entwicklung unter Anwendung der Röhrentechnik Anfang der 1960er Jahre in Serie gegangen klanglich herausragend jedoch technisch bereits veraltet gewesen.

Die „Toccata-Orgel“ war sowohl als Kinoorgel mit Unterstützung der DEFA geplant, als auch für kirchliche Zwecke vorgesehen. Der Umstand, dass eine Silbermann-Orgel als Vorbild diente, von einem der bekanntesten und einflussreichsten Orgelbauer Deutschlands, kann jedoch in zweierlei Hinsicht interpretiert werden. Möglicherweise hing die Weigerung der Jenaer Zeiss-Werke, passende Dioden für die Orgel zu produzieren, tatsächlich wie durch den Zeitzeugen berichtet, mit dem sakralen Hintergrund des Instruments zusammen.

Andererseits kann einem Schreiben des Technischen Direktors des WF, Schiller, vom Juni 1958 entnommen werden, dass Fernbeobachteranlagen Vorrang vor den Abschlussarbeiten an der Orgel haben sollten, sodass vielleicht der ideologische Graben in diesem Fall nicht zwischen Kirche und Sozialismus sondern zwischen Militärversorgung und Konsumgüterproduktion herrschte.

Tatsache ist, das über vier Jahre zeit- und ressourcenintensiv an der Orgel gearbeitet wurde. Abschließend lagen die Kosten mehr als 50% über den anfangs anvisierten Ausgaben (780.00 vs. 1.202.000 M). Der Erfolg anderer elektronischer Orgeln zeigte, dass Bedarf bestand, jedoch reichte die Aussicht auf Devisen nicht aus, über die immensen Ausgaben hinwegzusehen.

Aus den recherchierten Unterlagen geht hervor, dass die erhaltene Toccata-Orgel ein Konstruktionsmodell war, das nicht zum Verkauf vorgesehen war. Ihren späteren Einsatz als Musikinstrument hat sie zwei Umständen zu verdanken: dem Abbruch der Entwicklungstätigkeiten 1958 und einem Hochwasser im Mai des selben Jahres. Eines der weiteren Modelle wurde dabei derart beschädigt, dass eine Reparatur wie bei den anderen drei nicht mehr möglich war. Sie diente in der Folge Herrn Finder als Ersatzteillager für seine Wartungsaufträge der verbliebenen Orgeln. Ein weiteres Modell ging 1959 nach Rostock zum Volkstheater und wurde für die Eröffnung der Rügenfestspiele¹⁸³ nach Ralswiek auf Rügen verbracht. Hier konnten gleich mehrere Vorteile der elektronischen Orgel unter Beweis gestellt werden: der quasi unbeschränkte Einsatzort sowie die Stabilität der Stimmung gegenüber klimatischen Bedingungen - die Rügenfestspiele fanden auch damals schon im Freien statt. Sie ist anscheinend nicht an das Volkstheater zurück gegangen, daher ist der Verbleib dieser Orgel ungewiss.

Das vierte Instrument wurde in Dresden an der Neuen Oper eingesetzt und nach Ende der Nutzung dem Grassimuseum übergeben. Dort wurde es auf Grund des desolaten Zustands nicht inventarisiert und im Zuge von Depotveränderungen

183 Die Rügenfestspiele fanden zwischen 1959 und 1961 statt. In diesem Zeitraum hat die Orgel dort Verwendung gefunden.

kassiert. Es ist davon auszugehen, dass die hier behandelte Orgel das einzige Dokument der elektrotechnischen Ingenieursleistung sowie deren musikalischer Nutzung darstellt.

Der nicht abgeschlossene, veränderliche Charakter der Orgel als Versuchsmodell ist an Hand der Fotos der beiden weiteren Modellstufen klar ersichtlich (Vgl. Abb. 29-32). Beispielsweise wird bei der behandelten Orgel zur Beschriftung der Baugruppen von Bleistiftmarkierungen Gebrauch gemacht und durch eine Zusatzkonstruktion können zur Funktionsprüfung Teiltöne aus den Klängen genommen werden (Vgl. Abb. 92 im Anhang). Eine besondere, auf das Arbeitsverständnis hinweisende Bedeutung kommt der trotz des Versuchscharakters erkennbar akkurat und sorgfältig erfolgten Vorgehensweise beim Löten und Zusammenbau zu. Im Verbund mit der zur Nullserienkonstruktion gehörenden Bedienungsanleitung kann das Vorgehen in der Entwicklung der elektronischen Orgel an diesen Punkten von Laien und Fachleuten nachvollzogen werden.

Dies stellt die Orgel als Quelle für Informationen über den Arbeitsprozess der Entwicklung und die Veränderung hin zu einem benutzerfreundlicheren Geräteaufbau heraus. Es definiert das Wesen der behandelten Orgel als Versuchsobjekt und zeigt das Verhältnis der Konstrukteure zu ihrer Arbeit.

Für den langjährigen Aufenthalt speziell in der Komischen Oper gibt es am Objekt bis auf eine Bleistiftbeschriftung "Tosca" am Vorverstärker des Pedalwerks (Abb. 309 im Anhang) keine Hinweise. Einige Beeinträchtigungen der oberflächlichen Intaktheit geben Aufschluss über die Nutzung des Instruments und die Alterung des Materials. An diesem Zustand ist die 60jährige Geschichte des Instruments nicht abzulesen. Jedoch lässt sich vermuten, dass der regelmäßige Einsatz und die durchgeführten Wartungen dazu führten, dass dem EKI 1 bis vor wenigen Jahren noch Orgeltöne zu entlocken waren. Auf die Stilllegung reagierte das Instrument mit einem zunächst langsam, dann rapiden Funktionsverfall.

Obwohl eine Inbetriebnahme auf Grund funktionstüchtiger Netzteile über einen Stelltransformator möglich war, wird durch die Veränderung der Klänge von Registern und Tönen ersichtlich, dass einzelne Bauteile wie Kondensatoren und Dioden defekt sind. Dies kann ohne ein Auseinandernehmen der Baugruppen jedoch nicht genauer festgestellt werden.

Um trotzdem einen Eindruck von den Möglichkeiten des Instruments und der Funktion des Gerätes geben zu können, war es sehr hilfreich, auf die Suche nach Klangbeispielen aus der aktiven Zeit in der Komischen Oper zu gehen. Diese stehen nun auf dem beigelegten Datenträger zur Verfügung, genauso wie eine Radiosendung in der die Toccata-Orgel vorgestellt wurde.

Um die Herkunft des Klangs und den Erfolg der Ingenieursleistung einordnen zu können, wäre zudem noch der Vergleich mit der „Vorbildorgel“ in Rötha denkbar. Dieses Vorgehen würde sowohl dem Einsatz unter Masur in den 1960er Jahren und damit der musikalischen Bedeutung der Orgel Rechnung tragen, als auch der

elektrotechnischen Leistung des Erfinders Ernst Schreiber gegenüber anderen Instrumenten.

Zusätzlich wird von den Besitzern eine Wiederherstellung der Spielbarkeit angestrebt. Nach den erfolgten Treffen mit Ingenieuren aus dem Bereich der Elektrotechnik steht zumindest fest, dass diese Aufgabe lediglich von einer Person mit dementsprechendem Hintergrundwissen und Kenntnissen über die nicht mehr aktuelle Röhrentechnik ausgeführt werden kann.

Abgesehen davon, dass die Prozedur der Fehlerfindung auf Grund der teilweise hochgradig komplexen Baugruppen, besonders im Bereich der Tastsysteme, kompliziert und sehr langwierig ist, besteht zur Fehlerbeseitigung nur die Möglichkeit des Ersatzes defekter Bauteile durch funktionierende.

Dem ist von ethischer Seite mit zwei Argumenten zu begegnen: Zum einen ist das Instrument nur dann ein ganzheitlicher Informationsträger, wenn neben dem materiellen Charakter auch der klangliche erfahrbar ist. Zum anderen wird aber der schlichte Austausch nicht mehr funktionstüchtiger Geräteteile gemeinhin als Reparatur und nicht als Restaurierung angesehen.

Aus der Erfahrung des Zeitzeugen H. Steinke mit einer ähnlichen Instrumentenrestaurierung am Subharchord geht hervor, dass dieses Vorgehen ein immenser Aufwand ist, an dessen Ende eine dauerhafte Funktion des Instruments und ein originaler Klang nicht gewährleistet sind.¹⁸⁴ Aufzuwerfen ist daher die Überlegung, die elektronische Orgel EKI 1 eher im Ganzen zu reproduzieren, wie es auch in der klassischen Instrumentenrestaurierung praktiziert wird, oder eine klangliche Reproduktion durch computerbasierte Simulation zu erreichen.

Neben dieser zentralen Auseinandersetzung mit der Spielfunktion der Orgel ist die ausführliche Dokumentation des Zustands, inklusive des Klangs, und der zur Verfügung stehenden Information zu Geschichte und elektrotechnischer Funktion elementar. Besonders bei weiteren Auseinandersetzungen mit diesen Themen für eine eventuelle Wiederspielbarmachung, eine elektrotechnische Reproduktion oder die exakte Einordnung der Bedeutung des EKI 1 aus musikhistorischer Sicht schafft dies die notwendigen Grundlagen.

Das Bewusstsein um dieses Objekt und seine Funktion wird als ausschlaggebend für den weiteren Erhalt angesehen. Über eine Bekanntmachung bei einem breiteren Publikum könnte dieses vergrößert werden. Dazu ist zu dem ortsgebundenen Ausstellungskonzept im Industriesalon das Internet als Medium prädestiniert. Als zweites Standbein neben der Dokumentation wird daher die Anlage von Webpages angestrebt, wie sie das Wikipedia-Lexikon zur Verfügung stellt. Die Verlinkung zu weiteren Themen, wie zum Beispiel zum Subharchord von Herrn Steinke (RFZ), dem VEB Klingenthaler Harmonikawerke, der Firma Geithain, Herrn Masur oder ähnlichen Einträgen aus dem Bereich der DDR-Musikelektronik würde die

184 G. Steinke, frdl. mündl. Mitteilung

Orgel in ein Netz einbetten, welches eine breite öffentliche Wirkung hätte.

Das Ziel der praktischen Arbeiten ist der Erhalt des jetzigen Zustands und die Bewahrung vor weiterer Materialbeeinträchtigung. Ausgangsbasis ist eine Befreiung von auflagernden Stäuben, soweit es Objektaufbau und Materialzustand erlauben. Besonders dringenden Schutzes durch Festigung bedürfen die partiell angebrachten Bauteil-Bezeichnungen auf Papier- und Kunststoffbasis. Auch die mechanische Stabilität der Kontaktklötzchen im Bereich des Pedals sowie dessen eine Halterung muss verstärkt, bzw. durch Klebung wieder hergestellt werden, um einen Verlust zu vermeiden.

Da die Toccata-Orgel frei im Raum aufgestellt werden wird, kommt einer Festigung der Lackoberfläche auch eine schützende Rolle zu. Ebenfalls zu behandeln sind die klimatischen Einwirkungen vor Ort, die sich in Korrosion und anderen Materialveränderungen niederschlagen sowie die Ansammlung von Stäuben, Schäden durch Transport oder aber Beeinträchtigungen verursacht durch Besucher. Für diese Bereiche wird dem Besitzer eine ausführliche Anlage mit Richtwerten, Präsentationsvorschlägen und Schutzvorkehrungen für die Orgel vorgeschlagen.

6 Praktische Maßnahmen

6.1 Funktionsüberprüfung

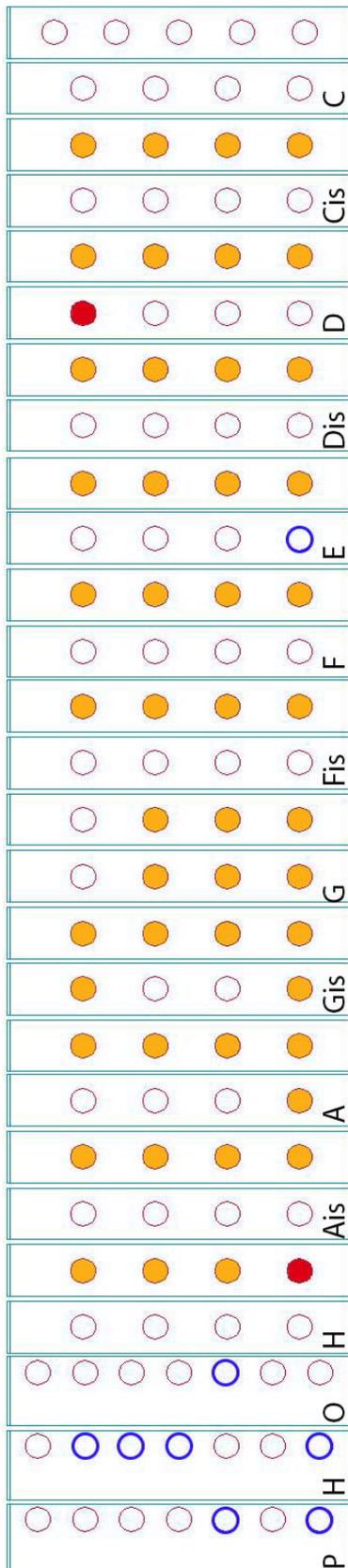


Abb. 33: Auswertung des Funktionstests ECC 82 und 81

6.1.1 Röhren

Alle Röhren der Toccata-Orgel wurden vor den Versuchen zu Funktion und Klang des Gesamten Instruments mit Hilfe des Röhrenprüfgeräts W18N vom VEB Wetron auf ihre Funktion in sich geprüft.

Das Bild links ist eine Darstellung der Sammelschienenverstärker und Frequenzteilerketten aus der Vogelperspektive und gibt das Ergebnis dieser Untersuchung wieder.

Röhren, die durch einen roten Ring dargestellt sind sind vom Typ ECC 82, diejenigen mit einem blauen Ring vom Typ ECC 81 (diese beiden sind nahezu beliebig austauschbar).

Die gelb gefüllten Ringe verdeutlichen das Fehlen von einem oder mehreren Füßchen (Kontakten) der Röhre, wodurch zumeist nur eine der Doppeltrioden funktioniert. Rot gefüllte Ringe sind Röhren die nicht mehr funktionierten, was auch bei den weiteren Funktionstest dadurch auffiel, dass sie nicht leuchteten. Sie wurden von Mitarbeitern durch Röhren des gleichen Typs aus dem Industriesalon Schöneweide ausgetauscht.

Für alle weiteren Röhren der Toccata-Orgel (s. Tab. unten) verlief der Funktionstest positiv.

Nr.	Typ	Anzahl	Ort
1	ECC 81	12	Netzgeräte I + II, Vorverstärker 1-3, Sammelschienenverstärker
2	ECC 82	193	Frequenzteiler, Tastsysteme, Sammelschienenverstärker, Vorverstärker 1-3
3	ECC 83	7	Störkompensation
4	ECF 82	1	Netzgerät IV
5	EL 34	5	Netzgerät II
6	EL 81	4	Netzgerät I
7	EL 84	1	Netzgerät IV
8	EYY 13	4	Netzgerät I + II
9	StR 85/10	3	Netzgerät III + IV
10	StR108/30	1	Netzgerät IV
11	Str/ 150/30	1	Netzgerät I
		232	Gesamtzahl

Tab. 4: Auflistung der verwendeten Röhren des EKI 1

6.1.2 Ausgänge und Klang der Toccata-Orgel

Funktion

Grundsätzlich ist in den Treffen mit den Orgelpaten (Vgl. Anhang Punkt 7.1-3) festgestellt worden, dass die Netzteile mit den jeweiligen Sollspannungen funktionieren und die Orgel ohne Gefahr für die Baugruppen läuft.

Auch wenn durch das langsame Hochfahren der Orgel mit Hilfe des Regeltransformators das Material geschont wird, etwa einem Verschleiß der Kondensatoren vorgebeugt wird, so besteht für einen dauerhaften Betrieb weiterhin ein Problem: Die Möglichkeit von Kriechströmen durch Staub ist auch nach der Reinigung nicht komplett umgehbar. Aufgrund der Temperaturunterschiede der Orgel zwischen Betrieb und Ruhephasen sitzt der Staub fest auf den Oberflächen und lässt sich nicht einfach wegblasen. Dies ist vor allem im Innern der Tastsysteme und der Frequenzteiler ein Problem, da keine Möglichkeit besteht hier in das Gehäuse zu gelangen.

Klang

Der Aufbau, der anfänglich verwendet wurde, gab ein unsymmetrisches Signal von der Orgel über ein Audiointerface an den Computer weiter. Vermutlich hat die Orgel jedoch ein symmetrisches Signal am Ausgang / Neumannstecker, so dass klanglich mit einigen Hindernissen zu kämpfen war. Daher wurde versucht, eine direkte Verbindung herzustellen mit Hilfe von Neumannstecker, dB-Dämpfer (D/I Box) und Audiointerface.

Die Aufnahmen wurden mit einem kostenlose, von einem befreundeten Tontechniker empfohlenen Programm gemacht (Reaper).

Der Aufbau sah wie folgt aus:

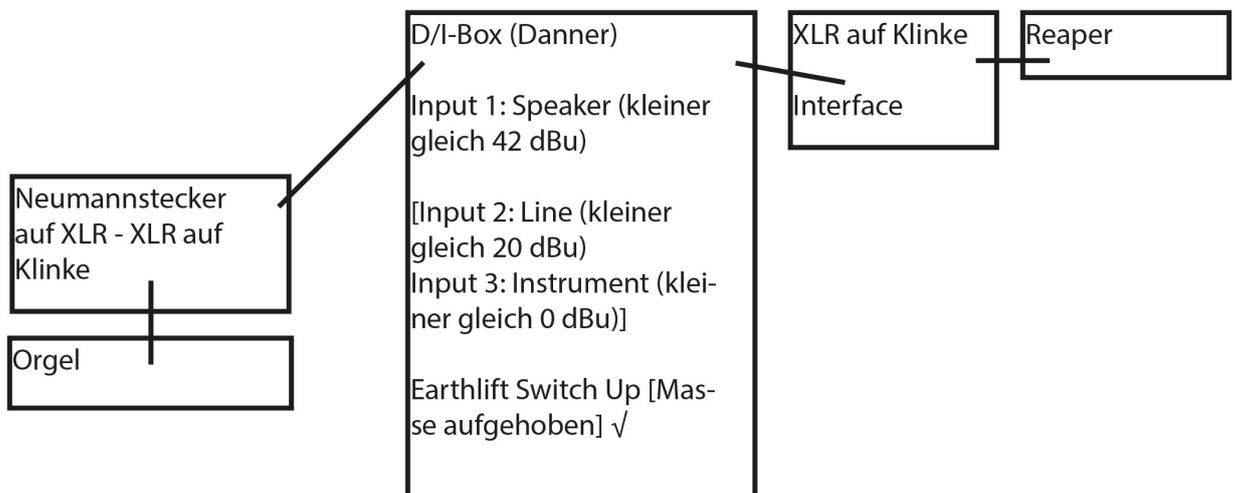


Abb. 34: Schematischer Aufbau zum Funktionstest des EKI 1

6.1.3 Auswertung

Es wurden sechs Ausgänge der Orgel überprüft. Es ließ sich feststellen, dass auf 3 und 6 (Vgl. Abb. 35) für das Oberwerk Signale zu erhalten sind, die beiden Anschlüsse des Hauptwerkes 4 und 7 jedoch kein Signal abgeben. Da auch über die kombinierten Buchsen für das Hauptwerk kein Signal ankam, liegt dies vermutlich nicht am Ausgang sondern an einer anderen Stelle des Systems. Damit konnte nur der Klang des Oberwerkes überprüft werden.

Zu der Funktion des Pedals und dessen Ausgängen kann keine Aussage getroffen werden.

Der Ton g_{is}' hat in allen Registern eine höhere Lautstärke als alle anderen Töne. Der Ton c' des Registers „Oktave 4'“ gibt den gleichen Ton wieder, sollte eine Oktave höher liegen.

Der Ton c' des Registers „Oktave 2'“ ist eine Oktave höher als das Register „Prinzipal 8'“, entspricht somit dem Ton c' des Registers „Oktave 4'“.

Das Register „Gedackt 8'“ klingt ohne dass eine Taste gedrückt wird.

Steckerleiste am Metallgestell rechts unten:

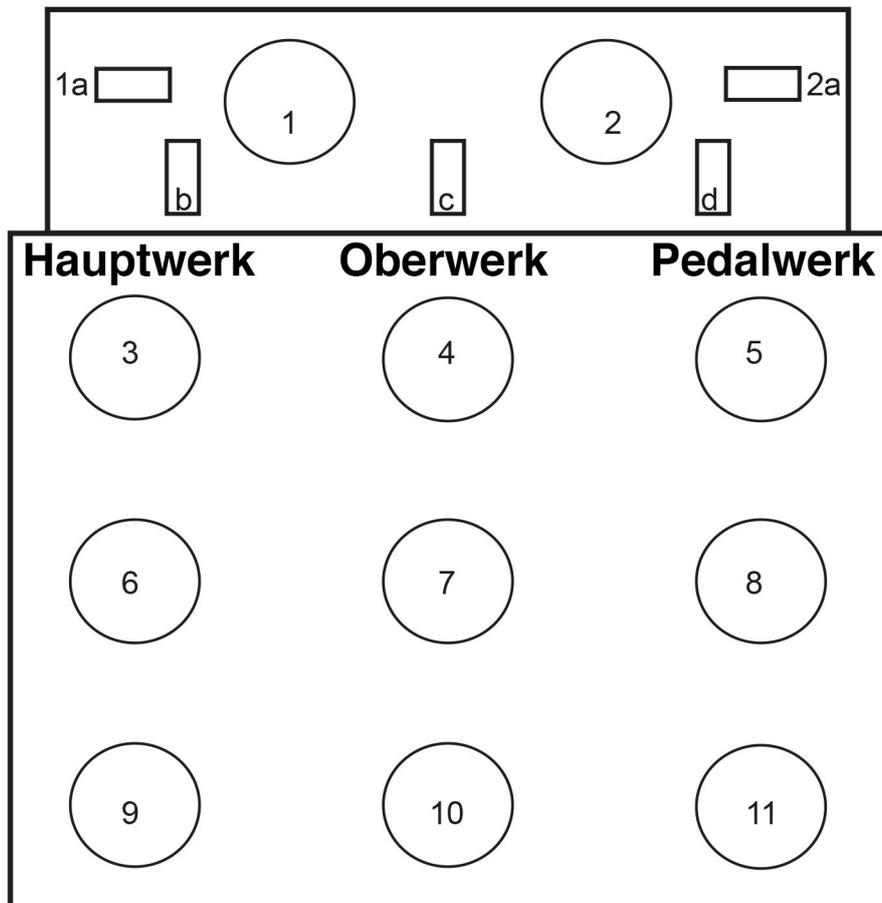


Abb. 35: Schema der Stecker der Ausgänge für Haupt- Ober- und Pedalwerk

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und dem laienhaften Wissen ohne Toningenieur nur rudimentär vorgegangen werden konnte.

Es liegen nun 915 Klangaufnahmen (62 Tonhöhen x 15 Register des Oberwerks) sowie diverse Aufnahmen für die Tremulant-Funktion¹⁸⁵ in dem Dateiformat ".wav" digital vor. Diese dienen eher der Feststellung, dass ein Signal zu erhalten war und in welcher Qualität, mit Brummen und Rauschen, dies vorliegt.

Des weiteren wurden über den Ausgang des Oberwerks von Register 19, eigentlich ein Register des Hauptwerks, von den Töne C-H (tiefste Oktave) und c^3 bis h^3 (höchste Oktave) Aufnahmen gemacht. Da hier trotz Brummen noch etwas zu hören war, könnte möglicherweise durch eine Bearbeitung mit einem Audioprogramm (Phaseninversion des Brummens und Überlagern der Tonaufnahme) einen „freier“ Ton erreicht werden.

Die Treffen mit den Orgelpaten und dem Dozenten Herrn Ohde hat vor allem klar gemacht, dass es für eine Wiederspielbarmachung angebracht ist, Fachleute aus dem Bereich der Musikelektronik sowie Toningenieure zu beauftragen.

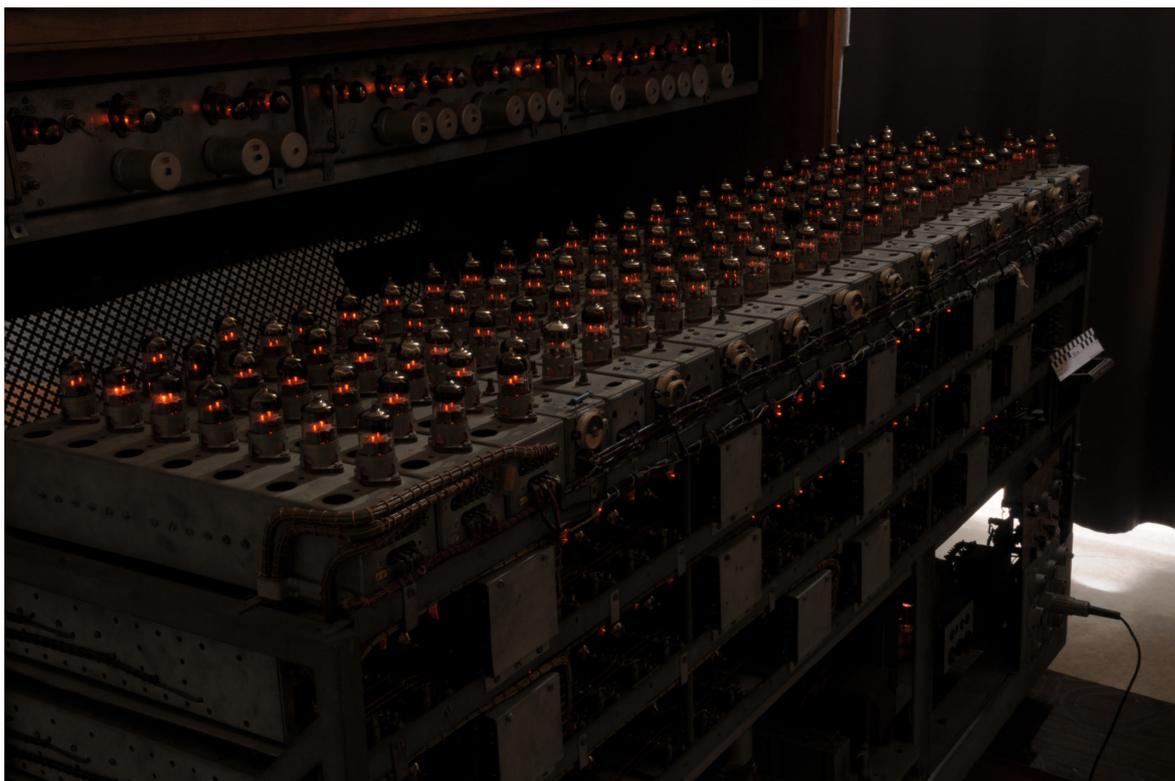


Abb. 36: Toccata-Organ im eingeschalteten Zustand, glühend

185 Auch von den ersten beiden Registern ohne Belegung sind als Spielerei Aufnahmen gemacht worden, da ein Geräusch durchkommt, wenn eine Taste gedrückt ist, dass aber nicht durchkommen sollte, da kein Gerät an die Register angeschlossen ist.

6.2 Konservierende Maßnahmen

6.2.1 Zustandsbeschreibung

Die Holzverkleidung der Orgel weist Gebrauchs- (Vgl. Abb. 98, 512) und Altersspuren (Vgl. Abb. 296) auf. Der Lack ist an vielen Stellen abgerieben oder abgeplatzt, es gibt diverse Kratzer (Vgl. Abb. 194-210). Auf der Rückseite sind entlang der Kanten, vor allem im unteren Bereich, einige Ausbrüche (Vgl. Abb. 247-254). Ähnliches gilt für die Sitzbank, die jedoch keine Fehlstellen im Holz aufweist (Vgl. Abb. 159-165). Besonders mitgenommen sind die Unterkanten der Seitenteile (Vgl. Abb. 183-192) sowie Spielpedale; hier ist das Holz an der Oberseite vielfach zerkratzt und an vielen Stellen ausgebrochen (Vgl. Abb. 122-154). Auch der Notenhalter weißt Risse im Holz auf (Vgl. Abb. 9, 10). Eine der Halterungen, die die Pedalkonstruktion mit dem Korpus verbinden, ist abgebrochen (Vgl. Abb. 118, 119). Die Holzverkleidung ist an mehreren Stellen gekittet worden (Vgl. Abb. 17, 210).

Im Innern ist besonders zu bemerken, dass fünf der Pedalkontakte sich gelöst haben (Vgl. Abb. 298-302). Auch hier sind Fehlstellen zu finden, zum einen im Holz (Vgl. Abb. 273-276), aber auch im Gitter des Bodens (Vgl. Abb. 303, 304).

An einigen Kabeln des Kabelbaums lassen sich Abrieb und Kratzer erkennen, mittig fehlt ein Teil der Umwicklung (Vgl. Abb. 293, 598). Das rote Textil unter den drei Schwellern ist verrutscht und leicht ausgeleiert. In den Riffeln der Kunststoffbeläge dieser Pedale sind Steinchen und grobe Auflagerungen eingeklemmt (Vgl. Abb. 107-110).

Teilweise sind gröbere Auflagerungen zu finden (Vgl. Abb. 230, 352, 465), vor allem liegt jedoch auf allen Oberflächen eine graue Schicht Staub. Im Bereich der Spieloberflächen am Manual und den Registern sowie den Drehknöpfen ist diese Schicht partiell unterbrochen oder flächig abgenommen. Die elektrotechnischen Bauteile sind von einer besonders dichten Schicht überzogen (Vgl. Unterschied Abb. 439, 440 und 417, 418). Am wenigsten betroffen ist die Orgelverkleidung.

Auf dem Elektronikgestell sind an diversen Stellen Lötungen gebrochen, besonders auf der Innenliegenden Seite (Vgl. Abb. 552, 553, 656, 566, 578-581). Bezeichnungsklebchen aus Papier und anderen Materialien sind brüchig und teilweise bereits verloren (Vgl. Abb. 309, 334, 335, 358-363, 365-367, 527-536, 589, 583).

Korrosion ist nur punktuell zu finden, so am Notenhalter (Vgl. Abb. 11, 12) und den Filterabdeckungen (Vgl. Abb. 219-224).

Auf vielen Metallchassis finden sich vermutlich mit Bleistift ausgeführte Beschriftungen, die z.B. die Tonhöhe des Generators, eine Zusammengehörigkeit zwischen Filtern und Tongeneratoren oder bestimmte Stellungen von Bauteilen zur Stimmung

der Orgel aufzeigen.

6.2.2 Reinigung

Es wurden einige Versuch mit verschiedenen Werkzeugen zur Trockenreinigung mit Staubsauger gemacht. Für das Manual und den Fußraum reichten Ziegenhaarpinsel aus. Da die Staubauflagerungen auf der Pedalmechanik, den Metall- und Kabeloberflächen hartnäckig waren, fielen weiche Pinsel und Druckluft aus. Es wurden diverse härtere Borstenpinsel verwendet sowie Flaschenreiniger mit Naturborsten für die schwer zugänglichen Bereiche in der Elektronik. An empfindlichen Punkten, wie Lötstellen, Tastenkontakten und den Kabeln auf der Spielseite des Gestells erwiesen sich sehr weiche aber doch stabile Zahnbürsten für die Pflege von Gebissen als dienlich. Einzig das Pedal wurde mit einem feuchten Leinentuch gereinigt.

7 Quellen

7.1 Literaturverzeichnis

Die im Anhang verwendete Literatur ist kleiner und schräggestellt notiert.

Kurzcode	Vollständige Referenz
AHRENS 1999	Christian Ahrens, Zur Geschichte der Konzertsaalorgel in Deutschland: die Klais-Orgel der Ruhr-Univ. Bochum, Frankfurt/Main 1999
AHRENS 2007	Christian Ahrens, Konzertsaalorgel, in: H. J. Busch, M. Geuting (Hg.), Lexikon der Orgel, S 388-391, Laaber 2007
ALTHÖFER 1982	Heinz Althöfer, Fortschritt und Verzicht, Maltechnik Restauro 88. Jahrgang Heft 1, S 12-14, München 1982
ALTHÖFER 2000	Ulrich Althöfer, Von Zinken, Serpenten und Giraffenklavieren, Katalog, Lübeck 2000
ANON 1956	Elektronische Klangerzeugung und elektronische Musik, Funkschau Heft 16 1956, S 665-667, München 1956
ASHLEY-SMITH 1982	Jonathan Ashley-Smith, The ethics of conservation, in: S. Knell (Hg.), Care of Collections, S 11-20, London 2004 5. Aufl.
BACON 1981	Tony Bacon (Hg.), Rock Hardware, Poole [Dorset] 1981
BÄHR 2001	Johannes Bähr, Industrie im geteilten Berlin (1945-1990) - Die elektrotechnische Industrie und der Maschinenbau im Ost-West-Vergleich Branchenentwicklung, Technologien und Handlungsstrukturen, Bd. 83 der Einzelveröffentlichungen der Historischen Kommission zu Berlin, München 2001
BÄR 2000	Frank P. Bär, Conservateur et Restaurateur : Collaboration ou Guerre?, in: F. Gétreau (Hg.), Instruments pour demain - conservation & restauration des instruments de musique - 9es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, S 27-35, Champs-sur-Marne 2000
BARCLAY 1997	Robert Barclay, Preface, in: R. Barclay (Hg.), The Care of Historic Musical Instruments, Edinburgh 1997
BARCLAY 2000	Robert Barclay, The Restorer and the Conservator, in: F. Gétreau (Hg.), Instruments pour demain - conservation & restauration des instruments de musique - 9es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Champs-sur-Marne 2000
BARCLAY 2005	Robert Barclay, The Preservation and Use of Historic Instruments – Display Case and Concert Hall, London 2005
BARCLAY 2010	Robert Barclay, Museum or Concert Hall: Pragmatic and Aesthetic Views, in: T. Wilder (Hg.), The Conservation, Restoration, and Repair of Stringed Instruments and Their Bows, Vol. 1 General Issues Concerning Stringed Instruments and Their Bows, S 68- 75, Montreal 2010
BATES 1988	John Bates, The Synthesizer, Bury St. Edmonds [Suffolk] 1988
BAUAKADEMIE 1956	<i>Deutsche Bauakademie, Beiträge zur Industrialisierung der Möbelproduktion, Berlin (Ost) 1956</i>
BIERL 1965	Richard Bierl, Elementare technische Akustik der elektronischen Musikinstrumente, Frankfurt Main 1965
BODE 1940	Harald Bode, Bekannte und neue Klänge durch elektrische Musikinstrumente, Funktechnische Monatshefte Heft 5 Jahr 1940, S 67-74, Berlin 1940
BÖHM 1961	Rainer Helmut Böhm, Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau, München 1961

Kurzcode	Vollständige Referenz
BRAUN 2003	<i>D. Braun, Erkennen von Kunststoffen, München 2003</i>
BROWN 2011	Robert Brown, Überlegungen zur Restaurierung und zum Nachbau von Tasteninstrumenten, in: F. Körndle, D. Ulferts (Hg.), Konservierung und Restaurierung historischer Tasteninstrumente in den Sammlungen der Klassik Stiftung Weimar, S 83-90, Augsburg 2011
CAPLE 2000	Chris Caple, Conservation Skills – Judgement, Method and Decision Making, London 2000
COMB et al.2000	Clair Combe, Doulgas Heffer, La Restauration des Jazz-Bands du Musée d'Art et d'Industrie de Roubaix, in: F. Gétreau (Hg.), Instruments pour demain - conservation & restauration des instruments de musique - 9es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, S 133-142, Champs-sur-Marne 2000
DASTON et al. 1998	Lorraine Daston, Die Kultur der wissenschaftlichen Objektivität, in: Lorraine Daston, Otto Gerhard Oexle, Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft, Kulturwissenschaft : Einheit, Gegensatz, Komplementarität?, Goettingen 1998
DAVIES 1989	Hugh Davies, Instruments électroniques: classification et mécanismes, Contrechamps N° 11 Musiques Électroniques Septembre 1989, S 53-69, Lausanne 1989
DAVIES 2001	Hugh Davies, The Preservation of Electronic Musical Instruments, Journal of New Music Research Vo. 20 No. 4, S 295-302, Lisse 2001
DAVIES 2002	Hugh Davies, Electronic Instruments: Classifications and Mechanisms, in: Hans-Joachim Braun, Music and Technology in the 20th Century, S 43-58, Baltimore 2002
DIBELIUS et al. 1993	Urich Dibelius, Frank Schneider (Hg.), Neue Musik im geteilten Deutschland, Berlin 1993
<i>DITTRICH et al. 1989</i>	<i>Helmut Dittrich, Hans Wehmeyer, Oberflächenbehandlung in der Holzverarbeitung : Handbuch für Industrie, Handwerk u. Restauratoren, Stuttgart 1989</i>
DEHIO 1988	Georg Dehio, Denkmalschutz und Denkmalpflege im 19. Jahrhundert, in: U. Conrads, P. Neitzke (Hg.), Georg Dehio, Alois Riegl. Konservieren, nicht restaurieren – Streitschriften zur Denkmalpflege um 1901, S 88-103, Braunschweig 1988
DELL'AQUILIA et al. 2005	Valeria Dell'Aquila, Massimo Ferronato, Luca Lampo, Alessandro Mininno, Internet Art: Conserving Information, in: O. Chiantore, A. Rava (Hg.), Conserving Contemporary Art – Issues, Methods, Materials and Research, S 176-179, Los Angeles 2005
DIPPER 2010	Andrew Dipper, Issues in Restoration, Repair and Conservation, in: T. Wilder (Hg.), The Conservation, Restoration, and Repair of Stringed Instruments and Their Bows, Vol. 1 General Issues Concerning Stringed Instruments and Their Bows, S 80-95, Montreal 2010
DONHAUSER 2007	Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen – Die Pionierzeit in Österreich und Deutschland, Wien [u. a.] 2007
<i>DOPF 1949</i>	<i>K. Dopf, Unsere Nutzhölzer, Wien 1949</i>
DORF 1960	Richard H. Dorf, Electronic Music Instruments, New York, 2. Aufl. 1960
DUDD 1991	David Dudd, Eigenwelt der Apparatewelt, in: Catalogue Ars Electronica 1992, Katalog zur Ausstellung, Online 1991
DUGOT 2000	Joël Dugot, Restaurer pour conserver, in: C. Chevallier, J. van Immerseel (Hg.), Matière et Musique – The Cluny Encounter 1999, S 121-128, Antwerpen 2000
DUNWAY et al. 1996	David K. Dunaway, Willa K. Baum, Oral History - An Interdisciplinary Anthology, Walnut Creek 1996
EBINGER 1985	Gerd Ebinger, Elektronische Orgeln heute, München 1985

Kurzcode	Vollständige Referenz
ENGEL 1982	Georg Engel, Musikelektronik, Berlin (Ost) 1982
GLASURIT 1936	<i>Glasurit-Werke A. -G., Handbuch des Lack- und Farbenfaches, Hamburg 1936</i>
GÖTZ 1990	Kornelius Götz, Gedanken zur Restaurierung technischer Kulturgüter, in: Arbeitsgemeinschaft der Restauratoren, Arbeitsblätter für Restauratoren, Gruppe 26, Technisches Kulturgut, Heft 2, S 17-19, Mainz 1990
GROSSER 1977	<i>Dietger Grosser, Die Hölzer Mitteleuropas: ein mikrographischer Lehratlas, Berlin 1977</i>
HADERT 1939	<i>H. Hadert, Rezeptbuch für die Farben- und Lackindustrie, Berlin 1939</i>
HALLAM 1995	John C. Hallam, The Preservation of Working Machinery – Ethical, practical and legal problems for conservators and curators, in: 4e colloque de l'Association des Restaurateurs d'Art et d'Archéologie de Formation Universitaire, Restauration, Dé-Restauration, Re-Restauration, S 307- 326, Paris 1995
HELLWIG 2000	Friedemann Hellwig, Preface, in: F. Gétreau (Hg.), Instruments pour demain - conservation & restauration des instruments de musique - 9es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Champs-sur-Marne 2000
HELLWIG 2006	Friedemann Hellwig, Vorwort, in: F. Hellwig (Hg.), Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut Band 17; Studien zur Erhaltung von Musikinstrumenten Teil 2: Besaitete Tasteninstrumente, Orgeln, S 3-4, München 2006
HOLMES 2012	Thom Holmes, Electronic and Experimental Music, New York, 4. Aufl. 2012
HOPFNER 2004	Rudolf Hopfner, Meisterwerke der Sammlung alter Musikinstrumente, Katalog, Wien 2004
HUBEL 1998	Achim Hubel, Vom Umgang mit dem Original – Überlegungen zur Echtheit von Kunstwerken, in: F. Hellwig (Hg.), Vom Umgang mit dem Original – Denkmalpflege in Theorie und Praxis. Kölner Beiträge zur Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut Band 8, S 7-38, München 1998
HUBER 1984	Alfons Huber, Kann man "objektiv richtig" restaurieren?, <i>Restaura</i> 2/1994 Jahrgang 100, S 118- 124, München 1994
HUBER 1992	Alfons Huber, Der Restaurator im Spannungsfeld zwischen Kunstwerk und Auftraggeber, in: Manfred Siems, Restaurieren wozu?, S 52-58, Wien 1992
HUBER 1997	Alfons Huber, Vom Sinn und Unsinn des Restaurierens – Grundsätzliche Überlegungen zu einer reflektierten Restaurierungsmethodik von Hammerklavieren, in: P. Donhauser (Hg.), Restaurieren Renovieren Rekonstruieren - Methoden für Hammerklaviere, S 18-29, Wien 1997
JANIS 2005	Katrin Janis, Restaurierungsethik im Kontext von Wissenschaft und Praxis, München 2005
JUDT 1995	Matthias Judt, Die sowjetische Nutzung des Produktions- und Wissenschaftspotentials der ostdeutschen elektrotechnischen und feinmechanisch-optischen Industrie 1945-1955, in: C. Buchheim (Hg.), Wirtschaftliche Folgelasten des Krieges in der SBZ/DDR, Baden-Baden 1995
JURGENSON 2000	William Jurgenson, The Whole Truth?, C. Chevallier, J. van Immerseel (Hg.), <i>Matière et Musique – The Cluny Encounter 1999</i> , S 331-341, Antwerpen 2000
JORDAN 1975	Hanna Jordan, Musikinstrumentenmuseum Markneukirchen, Markneukirchen 1975
JORDAN et al. 2000	Hanna Jordan, Heidrun Eichler, Musikinstrumenten-Museum Markneukirchen, München 2000

Kurzcode	Vollständige Referenz
KARP et al. 1997	Cary Karp, J. S. Odell, Ethics and the Use of Instruments, in: R. Barclay (Hg.), The Care of Historic Musical Instruments, S 1-7, Edinburgh 1997
KELLER 2003	Ruth Keller, Technisches Kulturgut – Das Fachgebiet, in: FHTW Berlin (Hg.), Freigelegt – Zehn Jahre Studium Restaurierung / Grabungstechnik in Berlin, S 38-58, München 2003
KELLER 2010	Ruth Keller, Erhaltung von Sachzeugnissen der Industriekultur, in: Verband der Restauratoren, VDR Beiträge, S 86-104, Berlin 2010
KIRSCH 2011	Olaf Kirsch, Klingende Musikgeschichte, in: F. Körndle, D. Ulferts (Hg.), Konservierung und Restaurierung historischer Tasteninstrumente in den Sammlungen der Klassik Stiftung Weimar, Augsburg 2011
KITTEL 1998	<i>H. Kittel, Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen Bd. 1, Stuttgart 1998</i>
KOCH 1951	<i>P.-A. Koch, Mikroskopie der Faserstoffe, Wuppertal-Elberfeld 1951</i>
KOCK 1978	Winston E. Kock, The Creative Engineers. The Art of Inventing, New York 1978
KOESLING 2005	Volker Koesling, Haben Nähmaschinen Geschichte?, in: J. Breuninger (Hg.), Technisches Kulturgut – Der Bahnpostwagen von 1888 des Museums für Kommunikation Nürnberg, S 9-19, München 2005
KRAUSE LANGE 1965	<i>A. Krause, A. Lange, Kunststoff-Bestimmungsmöglichkeiten, München 1965</i>
KRAUSSKOPF 1957	<i>Otto K. Krausskopf (Hrsg.), Deutsche Kunststoffe 1957-58, Wiesbaden 1957</i>
KÜHN 1989	Hermann Kühn, The Restoration of Historic Technological Artefacts, Scientific Instruments and Tools, The International Journal of Museum Management and Curatorship 8/1989, S 389-405, Guildford 1989
KÜHNELT 1980	Wolf D. Kühnelt, Elektroakustische Musikinstrumente. In: Für Augen und Ohren. Ausstellungskatalog, Berlin 1980
KÜHNERT et al. 2002	<i>R. Kühnen, R. Wagenführ, Werkstoffkunde Holz für Restauratoren, Leipzig 2002</i>
LÜTTGEN 1959	<i>C. Lüttgen, Die Technologie der Klebstoffe, Berlin (West) 1959</i>
MANN 1989	Peter R. Mann, Working Exhibits and the destruction of evidence in the Science Museum, in: S. Knell (Hg.), Care of Collections, S 35-46, London 2004 5. Aufl.
MANN 1994	Peter R. Mann, The Restoration of Vehicles for use in Research, Exhibition, and Demonstration, in: A. Oddy (Hg.), Restoration: Is It Acceptable?, S 131-138, London 1994
MARXEN 1971	Aeneas Marxen, Elektrische Musikinstrumente, Praxis-Schriftenreihe Abteilung Physik Band 26, Köln 1971
MATTEINI et al. 1990	<i>M. Matteini, A. Moles, Naturwissenschaftliche Untersuchungen in der Restaurierung, München 1990</i>
MIESSNER 1936	Benjamin F. Miessner, Electronic Music and Instruments, in: Institute of Radio Engineers, Proceedings of the Institute of Radio Engineers Vol 24 November 1936 Nr 11, S 1-15, Menasha Wisc. [u. a.] 1936
MORTON et al. 2004	David L. Morton, Joseph Gabriel, Electronics – The Life Story of a Technology, Baltimore 2004
MÜHLFRIEDEL et al. 1989	Wolfgang Mühlfriedel, Klaus Wießner, Die Geschichte der Industrie der DDR bis 1965, Berlin (Ost) 1989
MUÑOZ-VIÑAS 2005	Salvador Muñoz-Viñas, Contemporary Theory of Conservation, New York 2005
MUÑOZ-VIÑAS 2009	Salvador Muñoz-Viñas, Beyond Authenticity, in: E. Hermens, T. Fiske (Hg.), Art Conservation and Authenticities – Material, Concept, Context, S 33-38, London 2009

Kurzcode	Vollständige Referenz
MUÑOZ-VIÑAS 2011	Salvador Muñoz-Viñas, Minimal Intervention Revisited, in: A. Richmond, A. Bracker (Hg.), Conservation - Principles, Dilemmas and Uncomfortable Truths, S 47-59, New York 2012 2. Aufl.
NARKISS 2009	Irit Narkiss, „Is this real?“ Authenticity, Conservation and Visitor Experience, in: E. Hermens, T. Fiske (Hg.), Art Conservation and Authenticities – Material, Concept, Context, S 237-245, London 2009
NEBEKER 2009	Frederik Nebeker, Dawn of the Electronic Age: electrical technologies in the shaping of the modern world, 1914 to 1945, Hoboken NJ 2009
NEUBARTH 2005	Kerstin Neubarth, Historische Musikinstrumente im 20. Jahrhundert – Begriff – Verständnis – Kompositorische Rezeption, Köln 2005
NOEVER et al. 2010	Peter Noever, Artur Rosenauer, Georg Vasold, Aois Riegl Revisited – Beiträge zu Werk und Rezeption, Tagungsband „Alois Riegl 1905/2005“ Veröffentlichungen der Kommission für Kunstgeschichte, Wien 2010
OEY 2006	Mary Oey, Some problems in musical instrument conservation in museum collections, Paper presented at the Association of North American Graduate Programs in Conservation (ANAGPIC) 2006 Conference, o. O. 2006
PARDEY 1999	Andres Pardey, The Jean Tinguely Museum: Caring for Machine Sculptures, in: I. Hummelen, D. Sillé (Hg.), Modern Art: Who Cares?, S 259-262, Amstelveen 1999
PETZET et al. 1994	Michael Petzet, Wilfried Lipp, Vom modernen zum postmodernen Denkmalkultus?, Arbeitsheft 69, München 1994
POLLENS 1997	S. Pollens, 5000 Instruments, one Conservator - Conservation Practices and Policies at the Metropolitan Museum of Art, New York, in: R. Barclay (Hg.), The Care of Historic Musical Instruments, Edinburgh 1997
PRIEBERG 1970	Fred K. Prieberg, Musik im anderen Deutschland, Köln 1970
RACHO et al. 1968	R. Racho, K. Krause u. a., Werkstoffe der Elektrotechnik, Berlin 1968
RAMEL 2001	Sylvie Ramel, Conservation and Restoration of electroacoustic musical instruments at the Musée de la Musique, Paris, Organised Sound – An International Journal of Music Technology Vol. 9 No. 1, S 87-90, Cambridge 2001
REICHLING 1997	Alfred Reichling, Die Orgel im weltlichen Bereich, in: L. Finscher (Hg.), Die Musik in Geschichte und Gegenwart Sachteil 7, S 1019-1020, S 1024-1027, Kassel 1997
RICHTER 1988	H. G. Richter, Holz als Rohstoff für den Musikinstrumentenbau, Celle 1988
RIEGL 1988	Alois Riegl, Der moderne Denkmalkultus, sein Wesen und seine Entstehung, in: U. Conrads, P. Neitzke (Hg.), Georg Dehio Alois Riegl Konservieren, nicht restaurieren – Streitschriften zur Denkmalpflege um 1900, S 43-87, Braunschweig 1988
RIELÄNDER 1975	Michael Rieländer, Die Elektronische Orgel, Frankfurt Main 1975
RIVERS et al. 2003	S. Rivers, N. Umney, Conservation of Furniture, Oxford 2003
ROADS 1996	Curtis Roads, Early Electronic Music Instruments – Time Line 1899-1950, Computer Music Journal Vol. 20 Issue 3, S 20-23, Cambridge Mass. 1996
ROESLER et al. 1986	Jörg Roesler, Veronika Siedt, Michael Elle, Wirtschaftswachstum in der Industrie der DDR 1945-1970, Berlin (Ost) 1986
RUSCHKOWSKI 1998	André Ruschkowski, Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen, Stuttgart 1998
SCHELLEN 1973	Alo Schellen, Zauberwort electronic sound, Frankfurt Main 1973

Kurzcode	Vollständige Referenz
SCHRAMM-HERING 1995	<i>H -P Schramm, B Hering, Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung, Stuttgart 1995</i>
SCHÜTZ 1991	Karl Schütz, Theater- und Kinoorgeln in Wien, Wien 1991
SPANNAGEL 1954	<i>F. Spannagel , Der Möbelbau, Ravensburg 1954</i>
STAMBOLOV et al. 1990	Todor Stambolov, Rolf-Dieter Bleck, Norbert Eichelmann, Korrosion und Konservierung von Kunst- und Kulturgut aus Metall I, Weimar 1990
STANGE-ELBE 1991	Joachim Stange-Elbe, Elektronische Musikinstrumente – Ein historischer Rückblick mit zeitgenössischen Dokumenten, in: Zentrum für elektronische Musik e. V., ZeM-Heft Nr 4 (1/1991), o. O. 1991
STANGE-ELBE 1993	Joachim Stange-Elbe, Elektronische Musikinstrumente – Ein historischer Rückblick mit zeitgenössischen Dokumenten Teil I, in: Zentrum für elektronische Musik e. V., ZeM-Heft Nr. 10 (März 1993), o. O. 1993
STANGE-ELBE 1995	Joachim Stange-Elbe, Elektronische Musikinstrumente – Ein historischer Rückblick mit zeitgenössischen Dokumenten Teil IV, in: Zentrum für elektronische Musik e. V., ZeM-Heft Nr. 16 (Januar 1995), o. O. 1995
STOYE et al. 1996	<i>D. Stoye, W. Freitag (Hrsg.) , Lackharze, München 1996</i>
STEIN 2004	Ilona Stein, Blasfeuchte in Holzblasinstrumenten, in: F. Hellwig (Hg.), Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut Band 16; 1 Holzblasinstrumente, Firnisse, S 9-144, München 2004
STEINER 2007	André Steiner, Von Plan zu Plan, Schriftenreihe der Bundeszentrale für politische Bildung Bd. 625, Bonn 2007
STERLING 2003	Bruce Sterling, Digital Decay, in: A. Depocas (Hg.), Permanence through Change: The Variable Media Approach, S 11-22, New York 2003
TAYLOR 2001	Timothy D. Taylor, Strange Sounds – Music Technology & Culture, New York 2001
TIBERGHIEEN 1997	Katia Tiberghien, Guide Musée de la Musique, Paris 1997
TIELLA 2010	Marco Tiella, Observations on the Most Common Criteria for the Restoration of Stringed Instruments, in: T. Wilder (Hg.), The Conservation, Restoration, and Repair of Stringed Instruments and Their Bows, Vol. 1 General Issues Concerning Stringed Instruments and Their Bows, S 76-78, Montreal 2010
TÜNKER 1977	Helmuth Tünker, Elektron. Schlagzeuge, Sound-Orgeln, Glockenspiele, Metronome selbstgebaut, München 1977
UNGEHEUER 1997	Elena Ungeheuer, Elektronische Musikinstrumente, in: L. Finscher (Hg.), Die Musik in Geschichte und Gegenwart Sachteil 2, S 1017-1049, Kassel 1997
VAN DE WETERING 1982	Ernst van de Wetering, Die Oberfläche der Dinge und der museale Stil, Maltechnik Restaura 88. Jahrgang Heft 2, S 98-102, München 1982
VAN DEN BEUKEL 2006	Susanne van den Beukel, Materialkombinationen im Orgelbau – Schäden und Restaurierung, in: F. Hellwig (Hg.), Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut Band 17; Studien zur Erhaltung von Musikinstrumenten Teil 2: Besaitete Tasteninstrumente, Orgeln, S 90-179, München 2006
WACKERBAUER 2009	Michael Wackerbauer, Die Musikinstrumente im Historischen Museum der Stadt Regensburg, Katalog, Regensburg 2009
WAGENFÜHR 1965	<i>Rudi Wagenführ, Holz unter Lupe und Mikroskop, Wittenberg 1965</i>

Kurzcode	Vollständige Referenz
WILDER 2010	Tom Wilder, General Introduction, in: T. Wilder (Hg.), The Conservation, Restoration, and Repair of Stringed Instruments and Their Bows, Vol. 1 General Issues Concerning Stringed Instruments and Their Bows, S xxxi-xxxix, Montreal 2010
ZEPPENFELD 1991	G. Zeppenfeld, <i>Klebstoffe in der Holz- und Möbelindustrie</i> , Leipzig 1991
ZIRLEWANGEN 2011	Thomas Zirlewangen, The Ravages of (Run)time – Maintenance of Electronic Hardware During Long-term Presentation, in: T. Schote, G. Wharton (Hg.), <i>Inside Instalations – Theory and Praxis in the Care of Complex Artworks</i> , S 43- 53 Amsterdam 2011

7.2 Internetquellen

Nr.	URL	Abruf
1	http://de.wikipedia.org/wiki/Hornbostel-Sachs-Systematik#Elektrophone_.285.29	[10.02.2013]
2	http://network.icom.museum/cimcim/resources/classification-of-musical-instruments/	[12.02.2013]
3	http://davidszondy.com/future/music/staccatone.htm	[19.09.2014]
4	http://120years.net/wordpress/ls=gersnback&submit=Search	[19.09.2014]
5	http://120years.net/the-electrochordoskar-vierlinggermany1933/	[19.09.2014]
6	http://www.sim.spk-berlin.de/uploads/03-forschung-jahrbuch/SIM-Jb_1995-11.pdf	[17.6.2014]
7	http://network.icom.museum/cimcim/resources/classification-of-musical-instruments/	[12.02.2013]
8	https://de.wikipedia.org/wiki/Berlin-Oberschöneweide/	[07.01.2014]
9	https://de.wikipedia.org/wiki/AEG/	[07.01.2014]
10	https://en.wikipedia.org/wiki/Anastas_Mikoyan/	[27.06.2014]
11	https://de.wikipedia.org/wiki/Ministerrat_der_DDR/	[17.06.2014]
12	https://de.wikipedia.org/wiki/Gerhard_Probst/	[01.07.2014]
13	https://de.wikipedia.org/wiki/Subharchord	[15.08.2014]
14	http://www.dekanat-koepenick.de/schoeneweide/index.html/	[15.09.2014]
15	https://de.wikipedia.org/wiki/St.-Antonius-Kirche_%28Berlin%29/	[15.09.2014]
16	https://de.wikipedia.org/wiki/Opernhaus_Leipzig	[15.07.2014]
17	https://de.wikipedia.org/wiki/Kurt_Masur	[15.07.2014]
18	https://de.wikipedia.org/wiki/Gewandhausorchester	[15.07.2014]
19	http://120years.net/wordpress/the-polychord-organ-harald-bode-germany-1946/	[06.07.2014]
20	https://de.wikipedia.org/wiki/Elektronische_Orgel	[07.07.2014]

7.3 Bildquellen

Nr.	Bildunterschrift	Quelle
Tit.	-	Archiv des Industrisalon Schöneweide e.V.
1	"Klop-Orgel", Pfeifenorgel im italienischen Renaissance-Stil, Bremer Dom 1991	http://www.stpetridom.de/index.php?id=145&L=0 [10.08.2015]
2	Die "Warbo-Formant-Orgel" von C. Warnke und H. Bode 1937, eigtl. ein früher Synthesizer	H. Bode, Bekannte und neue Klänge durch elektrische Musikinstrumente, Funktechnische Monatshefte, 5(1940) S. 67-74; S. 71
3	Das "Magneton" von R. Stelzhammer, 1930, eine elektromechanische Orgel	Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen – Die Pionierzeit in Österreich und Deutschland, Wien [u. a.] 2007; S. 61
4	Ein Elektropneumatischer Spieltisch der Firma Walcker, Worms, 1913	http://www.gewalcker.de/SpieltischWeb/00000098ab0919101/00000098aa0ca1b13/index.html [10.08.2015]
5	Obertongehalt der Pfeife C des Prinzipalregisters 8' einer Silbermannorgel	E. Schreiber, Die Ausgleichsvorgänge in der Musik und deren synthetische Nachbildung bei elektronischen Musikinstrumenten, Teil III und Schluß, Radio + Fernsehen, 15(1957), S. 478-473; S. 478
6	Der Obertongehalt von (a+b) Sinusschwingungen verschiedener Frequenz, (c+d) Sägezahnschwingungen, (e) Rechteckschwingung und (f) eines bestimmten Klanges	unbekannt
7	Der Spieltisch des "Telharmonium" von T. Cahill, 1906	Thom Holmes, Electronic and Experimental Music, New York, 4. Auflg. 2012; S. 11
8	Eine "Hammond-Orgel", von L. Hammond 1935 entwickelt	Tony Bacon (Hg.), Rock Hardware, Poole [Dorset], 1981; S. 88
9	Ein Aufsatzgerät von 1950, das "Ondioline" von E. Jenny	http://120years.net/the-ondiolinegeorges-jenny-france1940/ [11.06.2015]
10	Ein "Ondes-Martenot" mit Seilzug und Klaviatur, 1928 von M. Martenot entwickelt	Katia Tiberghien, Guide Musée de la Musique, Paris 1997; S. 259
11	Das "Dynaphon" von R. Bertrand, 1927	http://120years.net/the-dynaphonerene-bertrand-france1927/ [11.06.2015]
12	Das "Staccatone" von H. Gernsback, 1923	http://120years.net/the-staccatonehugo-gernsbakgermany1923/ [11.06.2015]
13	Die "Orgue des Ondes" der Franzosen A. Givelet und E. Coupleux, Kirche von Vilemombre / Paris, 1929	http://120years.net/the-orgue-des-ondes-armand-givelet-edouard-eloi-coupleux-france-1929/ [11.06.2015]
14	Spieltisch der "Kraft-durch-Freude-Großtonorgel" mit NSDAP-Offiziellem, 1930er Jahre	http://120years.net/the-electrochordoskar-vierling-germany1933/ [11.06.2015]
15	Die Baldwin-Orgel der gleichnamigen US-Firma von 1941	Richard H. Dorf, Electronic Music Instruments, New York 1960 2. Auflg.; S. 47
16	"Golden Moments ... Precious Moments", Prospekt für die US-amerikanische Elektronen-Orgelmarke Minshall, 1950er	Werbefaltblatt der Fa. Minschal, o. J.
17	Titelblatt "Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau", R. Böhm 1961	Rainer Helmut Böhm, Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau, München 1961; Titelblatt
18	Kartierung des Materials der Toccat-Orgel	AutoCAD K. Kaminski
19	Kartierung des Maße der Toccat-Orgel	AutoCAD K. Kaminski
20	Abfolge des elektronischen Signals durch die Bauteile der Toccat-Orgel	AutoCAD K. Kaminski

Nr.	Bildunterschrift	Quelle
21	"Toccata Organo Electronico", Prospekt für den italienischen Markt um 1960	Prospekt des WF, Besitzer G. Steinke
22	Ausschnitt aus der Zeitschrift Radio und Fernsehen zur Vorführung der Toccata-Orgel am 26.3.1957 in der St. Antonius-Kirche in Berlin	o. A., Radio + Fernsehen, 9(1957); S. 266
23	Fotografie mit vlnr Hr. Schreiber, Hr. Szamocki (sitzend), G. Probst, und A. Mikojan bei einer Vorführung der Toccata-Orgel im Fernsehzentrum	Besitz G. Steinke
24	Rückseite der gleichen Fotografie wie Abb. 22 aus dem Besitz des IS mit einer von Herrn Schreiber unterschriebenen Erläuterung	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
25	Prospekt des VEB Tontechnik Berlin Hohenschönhausen für das Tonkabinett Z 130a	Besitz A. Graupner
26	Fotografie eines der Toccata-Modelle mit einem rechteckigen Tonkabinett von 1957	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
27	Blatt mit Tonfrequenzen und zugehörigen Quinten aus einem Notizbuch von Hr. FINDER	Industriesalon Schöneeweide e. V., Nachlass Heinz FINDER
28	Fotografie eines Lautstärkekontrollgeräts, das links neben den Vorverstärkern im Innenraum der Orgel eingesteckt wird	Fotografie K. Kaminski
29	Abb. 29 und 30: Eine Toccata-Orgel von 1957, möglicherweise das Labormodell	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
30	Abb. 29 und 30: Eine Toccata-Orgel von 1957, möglicherweise das Labormodell	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
31	Eine Toccata-Orgel von 1959, möglicherweise das Nullserienmodell	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
32	Eine Toccata-Orgel von 1959, möglicherweise das Nullserienmodell	Archiv des Industriesalon Schöneeweide e. V.
33	Auswertung des Funktionstests ECC 82 und 81	AutoCAD K. Kaminski
34	Schematischer Aufbau zum Funktionstest des EKI 1	AutoCAD K. Kaminski
35	Schema der Stecker der Ausgänge für Haupt- Ober- und Pedalwerk	AutoCAD K. Kaminski
36	Toccata Orgel im eingeschalteten Zustand, glühend	Fotografie K. Kaminski

7.4 Abkürzungen

Abkürzung	Ausführung
Abb.	Abbildung
AEG	Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft
Anon.	Anonymus (Autor unbekannt)
Auflg.	Auflage
BRF	Berliner Rundfunk
bzw.	beziehungsweise

Abkürzung	Ausführung
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DEFA	Deutsche Film Aktien Gesellschaft
EKI 1	Elektronisches Konzertinstrument 1
etc.	et cetera (und so weiter)
et al.	et alii (und andere)
e. V.	eingetragener Verein
frdl. mündl. Mit.	freundliche mündliche Mitteilung
HTW	Hochschule für Technik und Wirtschaft
IS	Industriesalon
KWO	Kabelwerke Oberspree
LKVO	Labor-Konstruktions-Versuchs-Werk
Nr.	Nummer
o. J.	ohne Jahr
o. S.	ohne Seitenangaben
OSW	Oberschöneweide
RFT	Rundfunk- und Fernmelde-Technik, Herstellerverbund der DDR
RFZ	Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt
s.o.	siehe oben
Tab.	Tabelle
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
u. A.	unter Anderem
Vgl.	Vergleiche
vlnr	von links nach rechts
VVB	Vereinigung Volkseigener Betriebe
WF	Werk für Fernseh elektronik
WTB	Wissenschaftlich Technisches Büro

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Masterarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Sie wurde bei keiner anderen Prüfungskommission mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen vorgelegt.

Ort:

Datum:

Unterschrift:

Kaminski, Anne-Katrin: Grundlagen des Erhalts elektronischer Musikinstrumente am Beispiel der Toccata-Orgel (Foundations of the Preservation of Electronic Musical Instruments : The Toccata-Organ)

Master Thesis: 17th of August 2015, German; 93 p.; 33 + 629 ill., 4 tbl.;
Reporter: Prof. Ruth Keller (M.A.); Coreporter: Dr. Th. Lerch
Publication: not foreseen

Zusammenfassung: Inhalt dieser Arbeit ist eine theoretische Auseinandersetzung mit der Restaurierung elektronischer Musikinstrumente. Auf Basis historischer Recherchen zu Entstehung und Entwicklung der Instrumentengruppe, sowie eines wissenschaftlichen Hintergrundes aus den Bereichen der Musikinstrumenten- und Technikrestaurierung wird entlang eines Beispielinstruments erarbeitet wie Erhalt von elektronischen Musikinstrumenten aussehen könnte. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Aussagen von Zeitzeugen zum Instrument und seiner Geschichte sowie die ausführliche fotografische Dokumentation im Anhang.

Schlagworte: Restaurierung; Konservierung; Elektronische Musikinstrumente; DDR; Toccata-Orgel; VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin

Summary: Content of this work is the theoretical discussion of the restoration of electronic musical instruments. The basis is a historical research on the origin and development of this family of instruments, and an exploration of the scientific background in the conservation of musical instruments and technical heritage, from which an idea for the preservation of a sample instrument is developed. Of particular importance are the statements of eyewitnesses to the instruments construction and its history as well as the detailed photographic documentation in the appendix.

Keywords: Conservation; Restoration; Electronic Musical Instruments; GDR; Toccata-Organ; VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin

