Technische Universität Berlin
Institut für Sprache und Kommunikation
Fachgebiet Audiokommunikation

Klang und Akustik des Fender Rhodes E-Pianos

Schriftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades Magister Artium

1. Gutachter: Prof. Dr. Stefan Weinzierl
2. Gutachterin: Prof. Dr. Elena Ungeheuer

Torsten Wendland

eingereicht am 23.06.2009

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Das Fender Rhodes 3
2.1 Geschichte und Modellreihen 3
2.1.1 Die frühen Jahre 3
2.1.2 Leo Fender und Harold Rhodes 7
2.1.3 Der Einstieg von CBS 11
2.1.4 Die Silver-Top-Modelle (1965 – 1969) 12
2.1.5 Fender Rhodes Mark I (1969 - 1975) 13
2.1.6 Rhodes Mark I (1975 – 1979) 16
2.1.7 Dyno-My-Piano 17
2.1.8 Rhodes Mark II (1979 - 1985) 17
2.1.9 CBS und Rhodes zu Beginn der achtziger Jahre 18
2.1.10 Rhodes Mark IV (1983) 19
2.1.11 Rhodes Mark V (1984 – 1985) 20
2.1.12 Rhodes nach 1985 21
2.2 Klangerzeugung 22
2.2.1 Akustischer Teil 23
2.2.1.1 Der schwingende Stab 24
2.2.1.2 Die asymmetrische Stimmgabel 27
2.2.1.3 Mechanik und Schwingungsanregung 33
2.2.2 Elektrischer Teil 35
2.3 Musikalischer Einsatz und Klangästhetik 38
2.3.1 Das Rhodes in der Musik 39
2.3.2 Der Rhodes-Sound 43
2.3.3 Renaissance des Rhodes 46

3 Akustische Untersuchung 50
3.1 Das Klangbild eines Instruments 51
3.2 Parameter der Klanganalyse 53
3.2.1 Ambitus 53
3.2.2 Zeitstrukturen 53
3.2.2.1 Einschwingzeit und Klangeinsatzzeit 53
3.2.2.2 Ausschwingzeit 55
3.2.3 Frequenzstrukturen 56
3.2.4 Dynamik 57

3.3 Versuchsaufbau 59
3.4 Messergebnisse 61
3.4.1 Zeitstrukturen 61
3.4.2 Klangspektrum und Zeitverlauf 65
3.4.3 Klangspektrum und Dynamik 67
3.4.4 Dynamik und Pegel 68
3.4.5 Klangspektrum und Hammerkopfhärten 69
3.4.6 Klangspektrum und Tine-Position 69

4 Diskussion und Ausblick 72

5 Bibliographie 79

6 Abbildungsverzeichnis 84

7 Anhang 85
7.1 CD-ROM 85
7.2 Rhodes Mark I Stage 73 85
7.3 Dokumentation der Untersuchung 88
7.3.1 Beispieldarstellungen der Zeitstrukturen 88
7.3.2 Messwerte der Zeitstrukturen 89
7.3.3 Messwerte zur Dynamik 91
7.3.4 Klangspektren 92

1 Einleitung

Das Fender Rhodes ist das bekannteste und am meisten gespielte elektrische Piano. Sein Klang war stilprägend vor allem für Jazz, Funk, Soul und Fusion ab Ende der sechziger bis Mitte der achtziger Jahre, ist aber auch charakteristisch für diejenigen populären Stile der letzten anderthalb Dekaden, die den Groove und die (Klang-)Ästhetik jener Musik ins digitale Zeitalter zu transportieren suchen: Trip-Hop, Nu-Jazz, Neo-Soul und ähnliches.[1] Die klassischen Rhodes-Pianos, gebaut von 1965 bis 1985, manifestierten einen E-Piano-Klang in der populären Musik, der seitdem auch mehr oder weniger originalgetreu zur Preset-Klangbibliothek eines jeden ROM-Synthesizers oder Digitalpianos gehört. Ab den neunziger Jahren motivierte eine erneut ausbrechende Begeisterung für die Originalinstrumente die Entwicklung deutlich exakterer Möglichkeiten zur Klangemulation mittels aktueller digitaler Technologien, gleichzeitig stieg auch die Nachfrage nach gebrauchten Rhodes stark an. Die Entwicklung schließt sich derzeit zu einem Kreis, als die Produktion neuer elektroakustischer Rhodes-Pianos wieder aufgenommen wird. Der Klang des Fender Rhodes bleibt aktuell und faszinierend.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit diesem Klang.
Ihr Grundansatz dabei ist deskriptiv. Den Kern bildet die Untersuchung der klanglichen Eigenschaften eines Rhodes. Sie ist damit keine umfassende Analyse aller das grundsätzliche Klangerzeugungskonzept bestimmenden akustischen Phänomene, sondern beschreibt zunächst die Eigenheiten eines konkreten Instruments. Damit werden allerdings auch einige Möglichkeiten und Grenzen der Klangerzeugung aufgezeigt, die durchaus verallgemeinert werden können. Um dies möglich zu machen, wird in einem ersten Teil das Rhodes umfassend vorgestellt. Besonders interessiert hier die Konstruktion und Mechanik der Klangerzeugung, da dies Deutungsansätze für die Ergebnisse der Klanguntersuchung liefert. Neben einer Geschichte des Fender Rhodes wird sein musikalischer Einsatz und seine Klangästhetik reflektiert. Dieser gesamte Teil der Arbeit fasst Fakten aus Quellen verschiedener Bereiche – Geschichte der elektrischen und elektronischen Musikinstrumente sowie im speziellen des Rhodes,

1 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 43ff.

Jazz- und Popularmusikgeschichte, Akustik und Elektroakustik – zusammen und versucht also, sich dem Fender Rhodes ganzheitlich zu nähern. Eine detaillierte, alle einzelnen Punkte berücksichtigende Darstellung kann in diesem Rahmen allerdings nicht erfolgen.

Die eigentliche Klanguntersuchung bildet den zweiten Teil der vorliegenden Arbeit. Sie stützt sich hauptsächlich auf Quellen zur Musikinstrumentenakustik – sowohl Überblickswerke als auch konkrete akustische Untersuchungen an Instrumenten. Hierbei wurden insbesondere Forschungen an Klavieren als zunächst naheliegendem Vergleichsinstrument herangezogen, um Ansatzpunkte für die Herangehensweise und die Interpretation der Messergebnisse zu erlangen. Die Klangerzeugung der beiden Instrumente unterscheidet sich allerdings signifikant, so dass bei der Untersuchung des Rhodes andere Maßstäbe und Prämissen gelten, wie sich im Verlauf zeigen wird. Das Ergebnis der Analyse im Labor bildet schließlich das Klangbild des Fender Rhodes.
Im vierten Kapitel wird es dann zusammenfassend diskutiert. Gestützt auf die Messergebnisse und unter Einbeziehung einiger im ersten Teil der Arbeit besprochener Aspekte ergeben sich hieraus verschiedene mögliche Perspektiven und Anknüpfungspunkte.

2 Das Fender Rhodes

Dieses Kapitel hat das Fender Rhodes an sich zum Inhalt. Gegenstand des ersten Teils wird die Historie des Instruments und eine kurze Vorstellung der verschiedenen Modelle sein. Dies schließt Seitenblicke auf zeitgleiche Phänomene, Instrumente, Personen und mehr ein, auf jegliche Fakten also, die für die Geschichte des Rhodes bedeutsam sind. Die eigentliche Klangerzeugung, deren Grundprinzip sich über die Zeit nicht geändert hat, wird danach gesondert betrachtet. In einem dritten Teil schließlich folgen Überlegungen zur Ästhetik des Rhodes in Hinblick auf den musikalischen Einsatz und den Klang.

2.1 Geschichte und Modellreihen

Die Geschichte des Fender Rhodes ist nahezu untrennbar mit der seines Erfinders und Namensgebers verbunden. Harold B. Rhodes hat sich zeitlebens mit der Entwicklung und Perfektionierung seines elektrischen Pianos beschäftigt, in ständigem Abwägen zwischen Verbesserungen der klanglichen Qualität und der praktischen Benutzbarkeit einerseits sowie der kostengünstigen Massenproduktion andererseits. Dabei war die Entwicklung dieses Instruments gar nicht das ursprüngliche Ziel Rhodes' gewesen, sondern als Nebenprodukt seinem musikpädagogischen Konzept entsprungen. Rhodes selbst zumindest hat stets betont, dass er seine eigene Klavierpädagogik-Methode und nicht das elektrische Piano als seine wichtigere Erfindung ansieht.[2]

2.1.1 Die frühen Jahre

Harold Burroughs Rhodes wurde 1910 in Los Angeles in den USA geboren. Bereits im Jugendalter, inspiriert hauptsächlich von den großen Jazzpianisten jener Zeit – Art Tatum, Fats Waller, Earl Hines, Duke Ellington – , erhielt er Klavierunterricht, nahm später zunächst aber als Stipendiat ein Architekturstudium an der University of South California auf. Trotzdem schien er auch als Klavierschüler beeindruckt zu haben, denn seine Klavierlehrerin bot ihm überraschend ihre gut eingeführte Klavierschule zur Übernahme an, als sie fortzog.

2 Vail, Vintage Synthesizers, S. 267.

Rhodes, zu diesem Zeitpunkt knapp zwanzig Jahre alt, sah diesen Zufall als Chance und griff zu, war er doch mit den konventionellen Lehrmethoden bisher selbst nicht recht zufrieden gewesen, welche den Musikschülern nicht wirklich die Ohren öffnen würden.[3] Sein Studium gab er auf und begann sich intensiv mit allen Aspekten der Klavierpädagogik zu befassen.

> *"Within three years I had it all together. I had reduced the whole subject of improvising to four simple steps. Taken in order, these four steps would unfailingly analyze the harmonic innovations of Tatum, Ellington, et al. But far more importantly, they would enable my students to come up with their own unique styles."*[4]

Im Laufe der dreißiger Jahre etablierte er die *Harold Rhodes School of Popular Piano* in allen großen Städten der Westküste, 1940 gab es Filialen in New York und Washington. Überregionale Bekanntheit erlangten Harold Rhodes und seine *Rhodes Method* auch über den Rundfunk mit Rhodes' eigener Sendung *The Piano Teacher On The Air*.

Nach Eintritt der USA in den Zweiten Weltkrieg diente Rhodes im Air Corps der US Army. Er nahm an einer Fluglehrerausbildung teil, hatte sonst aber wenig zu tun und unterrichtete in seiner Freizeit Soldaten am Klavier. Bald wurde die Militärführung auf ihn und seine klavierpädagogischen Fähigkeiten aufmerksam und bat ihn, auch diese in den Dienst der Armee zu stellen: mittels eines umfassenden Musikausbildungsprogramms sollten die zahlreichen verwundeten Soldaten in den Lazaretten sowohl therapiert als auch sinnvoll beschäftigt werden. Diese waren nun einerseits überwiegend bettlägerig, andererseits hätte das Therapieprogramm die schnelle Anschaffung einer großen Anzahl akustischer Klaviere bedeutet. Harold Rhodes dachte deshalb über eine eigene Konstruktion nach – ein kompaktes, leichtes, mühelos transportables Instrument, was überdies als "laptop piano"[5] durchaus im Bett liegend gespielt werden können sollte. Ein konventionelles Design mit in einen Rahmen gespannten Saiten fiel somit aus. Hingegen schienen Rhodes kleine Hydraulikleitungen aus Aluminium, welche u.a. in B-17-Bombenflugzeugen verbaut wurden, ideale Klangerzeuger zu sein, wenn sie abgeflacht, passend gekürzt und ähnlich

3 Adlers, Fender Rhodes.
4 Zitiert nach http://www.fenderrhodes.com/history/memorial.php.
5 http://www.fenderrhodes.com/models/early.php; vgl. Davies, Rhodes, Harold, S. 245.

wie in Stabspielen montiert wurden. Diese Aluminiumröhrchen waren überdies in den Luftwaffenstützpunkten des Landes zahlreich als Ersatzteile vorrätig – in der Armee konnte das Piano für das Therapieprogramm so selbst hergestellt werden. Dass Harold Rhodes das erste Instrument aus Bombertrümmern baute, ist eine sich hartnäckig haltende Legende[6] – tatsächlich waren es "scrap parts"[7], Ersatzteile, die auf einem Luftwaffenstützpunkt nun einmal zu finden sind. 1942 konstruierte Rhodes das *Army Air Corps Piano*, auch *Xylette* genannt. Mit 29 Tasten hatte es einen Ambitus von knapp zweieinhalb Oktaven, die Aluminiumstäbchen wurden mittels einer einfachen Hammermechanik angeschlagen. Das *Xylette* war ein rein akustisches Instrument.

Abb. 2.1: Harold Rhodes mit dem *Army Air Cops Piano*.

Rhodes' Musiktherapie war so erfolgreich, dass er auf Bitten der Militärführung die auf seiner Lehrmethode basierende Unterrichtsanleitung *Sit Down And Play* verfasste, die außerdem Baupläne für das *Xylette* enthielt und in zahlreichen Army-Krankenhäusern Verbreitung fand. Das gesamte Therapieprogramm, nun *Make and Play* betitelt, wurde die erfolgreichste staatliche Musikausbildung der USA überhaupt.[8] Mehr als eine viertel Million Soldaten lernten während ihrer Genesung Klavier spielen, etwa 125000 *Army Air Corps Pianos* wurden zwischen 1942 und 1945 gebaut. Nach Kriegsende wurde Rhodes mit der höchsten Zivilauszeichnung des Militärs geehrt, der "Commemoration of Exceptional Civilian Service, for 'the development of a patient participation musical therapy program.'"[9]

6 Siehe etwa Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 7 u. Rückdeckeltext und Sauer, Fender Rhodes, S. 56.
7 Davies, Rhodes, Harold, S. 245; vgl. Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 235 und Vail, Vintage Synthesizers, S. 265.
8 http://www.rhodespiano.com/history_1 htm.
9 http://www.fenderrhodes.com/history/memorial.php.

Nach 1945 nahm Harold Rhodes seine Klavierlehrtätigkeit wieder auf. Anfragen von Musikinstrumentenherstellern zu einer Massenproduktion des *Xylette* schlug er aus, gründete mit The Rhodes Piano Corporation seine eigene Firma und verfolgte die Idee des portablen Klaviers weiter. Nötige Kenntnisse und Fähigkeiten in Elektrotechnik, Elektronik und Metallbearbeitung eignete sich Rhodes im Selbststudium an. Auf der NAMM-Show 1946 stellte er das *Pre-Piano* vor, sein erstes elektrisches Instrument. Mit 38 Tasten hatte es einen Tonumfang von gut drei Oktaven mittlerer Lage, besaß einen selbst entwickelten eingebauten Röhrenverstärker und einen 6-Zoll-Lautsprecher. Die Tonabnahme wurde nach Grimmer piezoelektrisch realisiert, Davis spricht von elektrostatischer Wandlung.[10] Zwei Jahre später wurde die Produktion des *Pre-Piano* nach etwa 220 gebauten Instrumenten aufgrund von kontinuierlichen Qualitätsproblemen bei der Fertigung eingestellt.
Rhodes experimentierte jedoch weiter und hatte schließlich Anfang der fünfziger Jahre die adäquate Klangerzeugung für sein elektrisches Piano entwickelt – die asymmetrische Stimmgabel mit zwei Zinken unterschiedlicher Masse, Größe und Geometrie, gegen deren untere, *Tine* genannt, der Hammer schlägt (s. Kap. 2.2). Rhodes baute ein 72-tastiges Demonstrationsinstrument und startete eine Präsentationstour.

Unterdessen begann die Firma Wurlitzer in Zusammenarbeit mit Benjamin F. Miessner, der bereits seit geraumer Zeit auf dem Gebiet der Radiotechnik und Elektroakustik forschte und sich Anfang der dreißiger Jahre eigene Ideen zur Konstruktion eines elektrischen Pianos patentieren lassen hatte[11], ein auf diesen Ansätzen beruhendes Instrument mit angeschlagenen Stimmzungen und elektrostatischer Tonabnahme zu entwickeln, angeregt unter anderem durch Rhodes' *Pre-Piano*. Miessner konsultierte Rhodes sogar, da er sich mit Problemen bei der Klangerzeugung konfrontiert sah, die jener mit seinem aktuellen Ansatz bereits gelöst hatte.[12] Das erste Wurlitzer-Piano, das *EP 100*, kam 1954 auf den Markt, erregte große Aufmerksamkeit und war mithin das erste serienmäßig produzierte elektrische Piano, das größere Verbreitung fand – nicht zuletzt durch den beginnenden Einsatz in der populären Musik (s. Kap. 2.3).

10 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 12 und Davies, Rhodes, Harold, S. 245.
11 Siehe Ungeheuer / Supper, Elektroakustische Musik, Sp. 1740.
12 Adlers, Fender Rhodes.

Die Aufmerksamkeit, die das *Pre-Piano* erregt hatte, dessen wirtschaftlicher Misserfolg und die einsetzende Verbreitung der Wurlitzer-E-Pianos ließen Harold Rhodes rückblickend zu dem Schluss kommen, sich, noch bevor er selbst überhaupt auf dem Markt präsent war, seinen eigenen Konkurrenten herangezogen zu haben.[13]

2.1.2 Leo Fender und Harold Rhodes

Leo Fender, ursprünglich Inhaber einer Reparaturwerkstatt für Radios und Musiktechnik in Fullerton, Kalifornien, hatte nach der Konstruktion eines eigenen Gitarrentonabnehmers seine erste Firma gegründet, die ab 1945 Verstärker und elektrische Steelgitarren baute. Ende der vierziger Jahre hatten sich die Lapsteels und Verstärker mit dem charakteristischen Fender-Schriftzug bereits in der (Western-Swing-)Szene einen Namen gemacht, da stellte Fender 1950 die erste Solid-Body-E-Gitarre vor, welche ab 1951 unter dem Namen *Fender Telecaster* die (E-)Gitarren-Welt revolutionierte. Es folgten ebenfalls 1951 der *Precision Bass*, die von Fender entwickelte elektrische Bassgitarre, und 1954 die *Stratocaster*, die wohl meistkopierte E-Gitarre überhaupt. Im Hinblick auf das Instrumentarium wurde die populäre Musik der fünfziger und frühen sechziger Jahre gleichsam von Fender und seinen Gitarren, Bässen und Verstärkern dominiert; bis Mitte der sechziger wurde die Fender Electric Instrument Company der größte Musikinstrumentenhersteller weltweit. Das Hauptverdienst hieran hatte freilich eher die Anfang 1953 gegründete, von Entwicklung und Produktion unabhängige Vertriebsgesellschaft Fender Sales, Inc., deren umtriebige Mitarbeiter die Anforderungen des Musikinstrumentenmarktes feinsinnig aufspürten und zu bedienen suchten. Nicht selten kam es dabei zu Konflikten mit Leo Fender, der zwar durchaus Geschäftssinn besaß, doch "exzentrische Überspanntheiten"[14] an den Tag legte, häufig eigensinnig agierte und Veränderungen des Marktes weitgehend ignorierte. Letztlich war er ein Erfinder und Bastler, der vornehmlich an der Perfektionierung der Gitarren und Verstärker arbeitete.

Bereits 1949 hatte Fender auch ein elektrisches Piano entworfen, sich aber nie kontinuierlich damit beschäftigt. Ende der fünfziger Jahre wurde er auf Harold

13 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 235.
14 Ebd., S. 238.

Rhodes und sein Konzept aufmerksam, hielt es "für vielversprechend und nahm Kontakte […] über eine mögliche Zusammenarbeit auf."[15] Für Rhodes schien dies ein ausgesprochener Glücksfall, hatte Fender doch, neben dem klangvollen Namen, die finanziellen Mittel, Produktionsstätten und Vertriebsmöglichkeiten für ein elektrisches Piano. Am 14. Dezember 1959 unterzeichneten sie den Gründungsvertrag der von Fender finanzierten Fender-Rhodes, Inc.. Harold Rhodes hoffte, ausgehend von seinem existierenden Demonstrationsinstrument, auf eine schnelle Serienfertigung des elektrischen Pianos. Die Zusammenarbeit von Rhodes und Fender begann aussichtsreich: letzterer verbesserte die *Tines*, die nach Rhodes' ursprünglichem Entwurf eine Lebensdauer von etwa 40 000 Anschlägen hatten, und deren Aufhängung dergestalt, dass sie nun erst nach etwa anderthalb Millionen Anschlägen brachen. Auch zur Weiterentwicklung der Hammermechanik trug Fender bei.[16] Doch die scheinbar zu ähnlichen Charaktere Rhodes' und Fenders ließen bald Differenzen und Unzufriedenheit aufkommen, was sich letztlich in einem ständigen Aufschub der Fertigung niederschlug. "Ich war sechs lange und staubige Jahre bei Leo", bewertete Rhodes die Situation später, Fender "ließ [...] mich einfach kein Piano bauen [...]. Er wollte nach Norden gehen und ich nach Süden [...]."[17] Mitarbeiter berichteten, sowohl Rhodes als auch Fender seien verantwortlich für die Verzögerungen gewesen, weil jener immer wieder neue Verbesserungen ohne Fenders Zutun umsetzen wollte, dieser sich jedoch mit seinem vergleichsweise geringeren Entwicklungsanteil nicht ausreichend ins Projekt involviert fühlte, "seine Spuren an allem, was er anfaßte, hinterlassen"[18] sehen wollte. Trotz dieser Unstimmigkeiten in Bezug auf die Instrumentenentwicklung blieb das persönliche Verhältnis der beiden zueinander laut Rhodes doch stets freundschaftlich.[19]

In dieser Zeit wurden einige Patente an Harold Rhodes vergeben, darunter das bereits 1959 vor der Gründung von Fender-Rhodes, Inc. eingereichte grundlegende Konzept der Rhodes-Klangerzeugung[20] sowie weitere zu verschiedenen

15 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 235.
16 Ebd., S. 236.
17 Zitiert nach ebd., S. 236.
18 Ebd., S.235.
19 Vail, Vintage Synthesizers, S. 265.
20 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano.

Aspekten der Pianomechanik, der Klangerzeugung und des Designs des *Fender Rhodes Electric Piano*.[21]

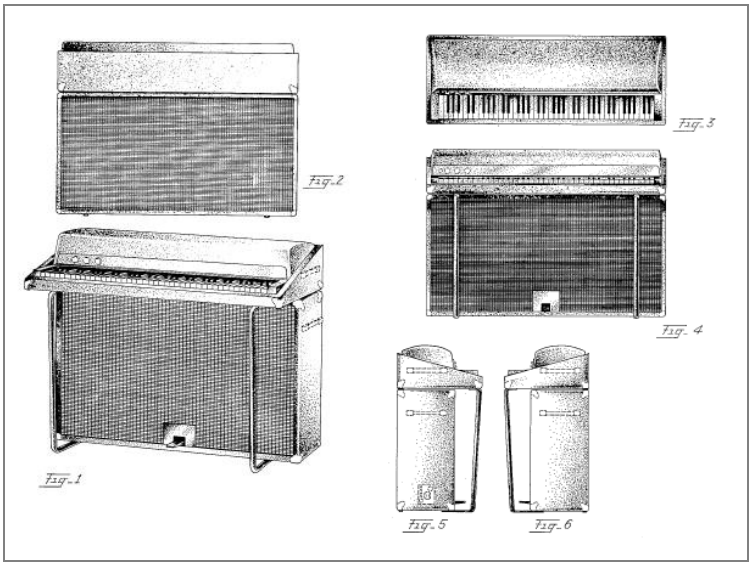

Abb. 2.2: Gebrauchsmusterschutz für das *Fender Rhodes Electric Piano*.

Die Serienfertigung wurde schließlich 1960 mit der Vorstellung eines eher außergewöhnlichen Instruments, des *Fender Rhodes Piano Bass*, begonnen, eines 32-tastigen, auf den Bassbereich beschränkten Pianos, dessen Ambitus vom Kontra-E bis zum kleinen h somit ziemlich genau dem einer viersaitigen elektrischen Bassgitarre entspricht – ein Kompromiss zwischen Rhodes und Fender, denn letzterer mochte gerade den Diskantklang von Rhodes' Konstruktion nicht.[22] Ab dem Jahr 1963 erschienen weitere Modelle in den Fender-Katalogen: das *Fender Rhodes Celeste*, welches als Pendant zum *Piano Bass* die Mittellage umfasste und mit Tonumfängen von 3 und 4 Oktaven konzipiert war, sowie die größeren *Fender Rhodes Piano 61* und *Piano 73* mit jeweils der Bezeichnung entsprechenden Zahl an Tasten. Wenngleich das grundsätzliche Äußere, ein wie bei Fender-Gitarrenverstärkern mit Tolex bezogenes Gehäuse mit einer Abdeckung aus Fiberglas, nun feststand, herrschte nach wie vor Unklarheit über die Tonumfänge.[23] Die Fiberglasteile dieser Prototypen wiederum stammten von einem Bootsbauer, welcher sie mit zufällig verfügbaren Farben

21 Siehe Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 287f. Die offizielle Erteilung einiger dieser Patente fällt bereits in die Zeit nach dem Ende der tatsächlichen Zusammenarbeit von Fender und Rhodes.
22 Vail, Vintage Synthesizers, S. 266.
23 Siehe Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 236.

versah.[24] Während Harold Rhodes bereits allein anfing, ein 88-tastiges Instrument zu bauen, war die Produktion der in den Katalogen bereits seit nunmehr zwei Jahren angekündigten größeren Pianos Mitte der sechziger Jahre immer noch nicht angelaufen, obwohl sich gerade das *Piano 73* mit seinem Verstärker und Lautsprecher beinhaltenden Unterbau samt integriertem Haltepedal und einem sinnvoll ausgewählten Ambitus vom Kontra-E bis zum e'''' bei 73 Tasten bereits kaum noch vom späteren Serienmodell unterschied.

Abb. 2.3: Produktpalette von Fender-Rhodes in der ersten Hälfte der sechziger Jahre. Das einzige in Serie gefertigte Instrument war das *Piano Bass* (oben rechts im Bild).

Rhodes behauptete wohl eher mit aus Resignation folgendem Sarkasmus, dass die Columbia Broadcasting System, kurz CBS, Fender kaufte, nachdem sie sein 88-Tasten-Piano gesehen hatten.[25] Tatsache ist, dass Leo Fender seit Anfang der sechziger Jahre über einen Verkauf zumindest seiner Firmenanteile an der gesamten Fender-Gruppe nachdachte. Einerseits sah er als Elektronik-Amateur die aufziehende Transistortechnik mit Sorge und Selbstzweifeln, andererseits war das Firmengeflecht, welches er und sein Vertriebsdirektor aufgebaut hatten, immer komplexer geworden. Drittens hatte sich auch das Geschäft selbst verändert: der Export von Instrumenten durch eine zunehmend globalisierte Popularmusikindustrie und daraus folgende stetige Investitionen ließen sich mit Leo Fenders Garagenfirmenmentalität kaum vereinbaren.[26] Im Jahr 1964 schließlich stand Fender zum Verkauf.

24 Vail, Vintage Synthesizers, S. 266.
25 Ebd., S. 247.
26 Siehe Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 243ff.

2.1.3 Der Einstieg von CBS

Columbia Broadcasting System war ein Großkonzern der Unterhaltungsindustrie: ursprünglich aus dem Rundfunk kommend wurden bereits in den dreißiger Jahren Phonographengesellschaften gekauft, die unter anderem zur Plattenfirma Columbia Records umgestaltet wurden. Nach dem Zweiten Weltkrieg etablierte CBS einerseits die moderne Vinyl-Langspielplatte als Standard und stieg andererseits erfolgreich ins Fernsehgeschäft ein. Die Musikindustrie befand sich in stetigem Wachstum, die größeren Unternehmen bündelten nun vermehrt auch branchenfremde Marken und besaßen eine enorme Kapitalkraft.[27] Ende 1964 übernahm CBS Fender inklusive Fender-Rhodes für damals beispiellose 13 Millionen Dollar – ab dem 5. Januar 1965 war die Firma eine Abteilung der Columbia Records Corporation.[28]

Harold Rhodes wurde ein Ausstieg aus dem Vertrag mit Leo Fender angeboten mit der Option, weiterhin freischaffend für CBS an seinem Piano zu arbeiten.[29] Die Chancen auf eine baldige Markteinführung aller Rhodes-Instrumente waren nun plötzlich stark gestiegen und eventuell sah Rhodes die persönliche Uneingebundenheit in die Betriebsstrukturen auch als Vorteil. Er entschied sich also für diesen Weg, zumal CBS ihm eine "angemessene Gewinnbeteiligung"[30] zugesichert hatte. Eine feste Position innerhalb der Firma hatte er zukünftig jedoch nicht mehr inne.

Auch Leo Fender blieb zunächst als Berater bei CBS und trug unter anderem auch weiter einiges zum Rhodes-Piano bei[31], bis er 1970 die Firma seines Namens verließ, um sich neuen eigenen Projekten zuzuwenden. Gleichwohl endete die namensgebende Zusammenarbeit zwischen Leo Fender und Harold Rhodes also mit dem Einstieg von CBS Anfang 1965, noch bevor die größeren, eigentlichen Pianos überhaupt erhältlich waren.

27 Wicke, Musikindustrie, Sp. 1356.
28 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 247ff.; Vail gibt mit 1962 ein zu frühes Verkaufsdatum an, siehe Vail, Vintage Synthesizers, S. 266.
29 Adlers, Fender Rhodes.
30 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 247.
31 Ebd., S. 251.

2.1.4 Die Silver-Top-Modelle (1965 – 1969)

Im selben Jahr kam das *Fender Rhodes Electric Piano* endlich auf den Markt. Charakteristisches Äußeres blieb das mit nun ausschließlich schwarzem Tolex bezogene Holzgehäuse samt silberner Fiberglasabdeckung der Mechanik. Der Ambitus entsprach ebenso dem des oben erwähnten Vorserienmodells *Piano 73* wie die Mechanik: Holzhämmer mit tropfenförmigem Kopf und Filzbezug schlugen, ausgelöst durch den Druck auf Holztasten, zylindrische *Tines* an. Tastatur, Anschlagmechanik und Tonabnehmer befanden sich in dem oberen, eigentlichen Pianogehäuse, außerdem ein Vorverstärker, welcher neben einem zweibändigen Equalizer (Bässe/Höhen) einen Tremoloeffekt bot. Wie auf Fender-Gitarrenverstärkern war dieser als Vibrato bezeichnet, modulierte aber die Lautstärke und nicht die Tonhöhe.[32] Die Parameter von Equalizer und Vibrato wurden mittels jeweils eines Zwei-Ebenen-Potentiometers geregelt, weiterhin war ein Ausgangslautstärkeregler vorhanden. Ein vom Piano trennbarer Unterbau beinhaltete den monophonen 50-W-Endverstärker und vier Lautsprecher. Ebenfalls im Unterbau integriert war ein Haltepedal, welches die Dämpfung der *Tines* im Pianogehäuse aufhob.

Abb. 2.4: *Fender Rhodes Electric Piano* (hinten) und *Fender Rhodes Celeste* (vorn).

Das bereits 1963 in den Katalogen angeführte *Fender Rhodes Celeste* war ab 1967 schließlich auch erhältlich. Es bot die mittleren drei Oktaven des *Electric Piano* und verzichtete sowohl auf den Vorverstärker – lediglich eine passive Bassblende und ein passives Lautstärkepotentiometer beeinflussten den

32 Vail, Vintage Synthesizers, S. 266.

Klang vor dem monophonen Ausgang – als auch auf den gesamten Unterbau. Es benötigte also eine externe Verstärkung (wofür problemlos ein üblicher Gitarrenverstärker dienen konnte). Bis auf den Ambitus unterschied sich das *Celeste* also nicht vom *Piano Bass*, welches nach wie vor erhältlich war. Beide Modelle waren außerdem im Design des *Electric Piano* gehalten, weshalb alle Instrumente dieser Phase üblicherweise als Silver-Top-Modelle zusammengefasst werden. Zusätzlich wurden in dieser Zeit auch einige Sonderanfertigungen in kleinen Stückzahlen gebaut, meist Abänderungen der Serienmodelle mit veränderten Tonumfängen.

Die erfolgreich anlaufende Serienproduktion erlaubte Harold Rhodes überdies, sich einige Zeit wieder verstärkt seinem ursprünglichen Interesse zu widmen – der Klavierpädagogik. Er entwarf das Konzept eines elektronischen Musikunterrichtsraumes, in welchem mehrere elektrische Pianos über ein Mischpult vom Lehrer einzeln abgehört werden und dieser mittels eines Rückkanals mit den Schülern individuell kommunizieren konnte. Das für diesen Ansatz gedachte *Fender Rhodes KBS 7024*, ebenfalls 1965 vorgestellt, war ein *Electric Piano* in einem speziellen Fiberglasgehäuse inklusive Fuß, welches besonders in den Jahren 1967 – 1969 im Space-Age-Design jener Zeit gehalten war und eingebaute kleine Lautsprecher besaß. Der Vorverstärker wurde zunächst um ein Metronom, später noch um eingebaute Kopfhörerverstärker und einen Mikrofonanschluss zur Kommunikation mit dem Lehrer ergänzt. Im Berklee College of Music in Boston in den USA etwa waren ab Ende der 60er Jahre zahlreiche dieser Instrumente im Einsatz.[33]

2.1.5 Fender Rhodes Mark I (1969 - 1975)

Rhodes' elektrisches Piano hatte zu dieser Zeit bereits einiges Aufsehen erregt: die ersten durch dessen Klang geprägten Produktionen waren erschienen, es war transportabel und es ließ sich sowohl im Studio als auch live einfach in die elektroakustische Musikübertragungskette einfügen – es überzeugte immer mehr Pianisten und Keyboarder (s. Kap. 2.3). Gerade unter dem Label *Fender Rhodes* begann das Instrument nun dermaßen bekannt zu werden, dass

33 Adlers, Fender Rhodes.

es seither als "Synonym für das elektrische Piano"[34] gilt. Am grundsätzlichen Konzept des Rhodes sollte sich nun nichts mehr ändern, vielmehr gab es kontinuierliche Verbesserungen im Kleinen, die dann und wann ein neues Modell motivierten, häufig aber auch still in die laufende Fertigung einflossen.

So wurde das *Electric Piano* 1969 in *Fender Rhodes Suitcase Piano* umbenannt, äußerlich einhergehend mit einer nun schwarzen Abdeckung der Klangerzeugung. Der eingebaute Vibrato- (i.e. Tremolo-)Effekt wurde stereophon ausgelegt, was ihn nun zu einem Auto-Pan machte – ein Effekt, der fortan charakteristisch für den *Suitcase*-Sound (und mithin auch für den des Rhodes an sich) wurde. Dementsprechend war jetzt auch der Endverstärker stereophon und besaß eine etwas höhere Leistung von 80 W. Die Produktion des *Celeste* wurde im selben Jahr aufgrund der nur mäßigen Verkaufszahlen eingestellt.
Dafür wurde 1970 jedoch das *Fender Rhodes Mark I Stage Piano* präsentiert, welches neben dem *Suitcase* das zweite große Erfolgsmodell werden sollte. Das *Stage* war das (Piano-)Oberteil des *Suitcase*, allerdings mit der einfachen passiven Klangregelung des *Piano Bass* und *Celeste*. Der komplette Unterbau samt Lautsprechern fiel weg – das *Stage* besaß vier anschraubbare Metallbeine, die auch bereits bei Fender-Pedal-Steelgitarren verbaut wurden. Für die Ankopplung des Dämpferpedals bediente sich CBS ebenfalls bei einer Tochterfirma: hier kam eine Schubstange, die ursprünglich Teil einer Hi-Hat-Mechanik war, zum Einsatz. Das *Stage* war somit, bei gleichem Ambitus und Spielgefühl wie das *Suitcase*, leichter und einfacher zu transportieren und benötigte lediglich eine externe Verstärkung (s. Abb. 2.5).

Der Klangerzeugungsmechanismus wurde bis 1972 an einigen Punkten signifikant überarbeitet. So besaß das *Mark I Stage* bereits verbesserte *Tines*, welche nun leicht konisch geschliffen waren, was sie deutlich langlebiger machte.[35] Diese wurden ab Markteinführung des *Mark I Stage* auch im *Suitcase* verbaut. Ebenfalls im Jahr 1970 erfuhren die Hämmer eine wesentliche Überarbeitung. Mit der Zeit kerbten sich die bisher verwendeten, denjenigen akustischer Klaviere entsprechenden tropfenförmigen Holzhammerköpfe an der Anschlagstelle nämlich stark ein, was einerseits die Klangerzeugung beeinträchtigte. Anderer-

34 Sauer, Fender Rhodes, S. 56.
35 http://www.fenderrhodes.com/models/mark1a.php; vgl. Davies, Rhodes, S. 244.

seits waren sie auch nur sehr aufwändig zu ersetzen. Es kamen deshalb nun Hybridhämmer mit Kunststoffarmen und quaderförmigen Holzenden zum Einsatz, auf die wiederum zunächst filzbezogene Holzköpfchen geklebt wurden, die ab 1971 schließlich durch deutlich festere Hartgummiköpfchen ersetzt wurden (s. Anhang 7.2, Abb. 7.4). 1972 wurden die *Tonebars* durch eine längsseitige 90-Grad-Drehung und die Verwendung höherwertigen Stahls signifikant verbessert (s. Kap. 2.2.1.2). Überdies hatte Rhodes es nun geschafft, Tonhöhe und Klangfarbe in den extremen Lagen zu homogenisieren, so dass im selben Jahr mit der Serienproduktion 88-tastiger Rhodes begonnen werden konnte – nun waren *Stage Mark I 88* und *Suitcase 88* neben den jeweils entsprechenden *73*-Modellen erhältlich.[36] Etwa jedes fünfte verkaufte Rhodes war ein solches mit dem vollen Umfang einer konventionellen Klaviertastatur. Nach wie vor erhältlich war das *Piano Bass*, welches wiederum das äußere Erscheinungsbild und alle Weiterentwicklungen der Mechanik von den großen Modellen übernahm.
Ab 1973 wurde begonnen, das *Suitcase* mit einer Effektschleife auszurüsten. Der Einsatz von Gitarreneffektpedalen mit diesem Instrument war vorher, verglichen mit dem *Stage*, umständlich (s. Kap. 2.3.2). Nun wurde ein Send-Return-Weg mit zwei großen Klinkenbuchsen eingebaut, der das vor dem Vorverstärker abgegriffene Signal nach draußen schickte und diesem wieder zuführte.

Das neue Unterrichtsmodell war das *Rhodes KMC I*, welches 1969 seinen Vorgänger ersetzte und auch äußerlich eher dem aktuellen *Suitcase 73* ähnelte; allerdings waren Piano- und Verstärkerteil in ein einteiliges Holzgehäuse gebaut. Wohl auch deshalb war das Instrument in einer speziellen Version mit eingebautem Kassettenrekorder als Heiminstrument erhältlich, und als CBS Rhodes' Unterrichtsinstrumente 1974 aus dem Programm nahm, wurde es noch einige Zeit offiziell als *Rhodes Home Piano* angeboten. Auch hier wies die Klangerzeugung jeweils alle aktuellen Weiterentwicklungen auf.

36 http://www.fenderrhodes.com/models/mark1a.php; nach Adlers wurde das *Rhodes 88* bereits ab 1970 gebaut, siehe Adlers, Fender Rhodes.

2.1.6 Rhodes Mark I (1975 – 1979)

Um 1975 entschied CBS Musical Instruments, den Namen Fender zukünftig nicht mehr für die elektrischen Pianos zu verwenden, um Rhodes' Leistungen zu würdigen und seinen Namen als Marke – Rhodes Keyboard Instruments – zu etablieren.[37] Der charakteristische Fender-Schriftzug verschwand und die Instrumente hießen nun *Rhodes Suitcase* und *Rhodes Mark I Stage*. Die Fertigung des *Piano Bass* wurde 1975 eingestellt, da es sich zwar kontinuierlich, aber nie in größeren Stückzahlen verkauft hatte. Trotzdem war es durchaus noch einige Jahre erhältlich, bis die Lager wirklich leer waren.

Abb. 2.5: *Rhodes Mark I Stage 73*, das in dieser Arbeit untersuchte Instrument. Die Beine sind nicht die originalen.

Signifikante Veränderungen in dieser Phase erfuhren wiederum die Hämmer und die *Tines*. Erstere wurden ab 1976 in weiterhin derselben Form, aber komplett aus Kunststoff gefertigt, was die Ansprache verbesserte und das Gewicht des Instruments etwas verringerte.[38] Die Haltbarkeit der *Tines* wurde durch eine erneut veränderte konische Form um ein Vielfaches verbessert.[39] Der Endverstärker des *Suitcase* besaß ab 1977 eine Leistung von 100 W und einen stereophonen Ausgang zum einfachen Anschluss an ein Mischpult. So musste es etwa in Live-Situationen nicht mehr mit Mikrofonen abgenommen werden. Der zweibandige Equalizer wurde nun mit Fadern geregelt und der Vibrato- (i.e. Auto-Pan-)Effekt bekam jeweils einen dezidierten Drehregler für die Parameter *Speed* (Geschwindigkeit) und *Intensity* (Modulationstiefe).

37 Vail, Vintage Synthesizers, S. 267.
38 Adlers, Fender Rhodes.
39 http://www.fenderrhodes.com/models/mark1b.php.

2.1.7 Dyno-My-Piano

Im Jahr 1974 hatte Chuck Monte begonnen, unter dem Firmennamen Dyno My-Piano elektrische Tasteninstrumente auf vielfältige Weise zu modifizieren und so in Klang und Ansprache auf spezielle Wünsche ihrer Spieler anzupassen. Während dies beim Rhodes in den ersten Jahren hauptsächlich die Feineinstellungen der Mechanik und Klangerzeugung betraf, kamen Ende der siebziger Jahre Vorverstärker, Effektgeräte und auffälligere Veränderungen an Gehäuse und Mechanik hinzu. Mittels des *Percussion Pedals* etwa, eines mit dem Klangerzeugungsmechanismus verbundenen Kniehebels, konnte dessen Position während des Spielens relativ zu den Hämmern und vor allem zu den Tonabnehmern verändert werden, was drastische Auswirkungen auf das Grund-Oberton-Verhältnis des Klangs hatte und ihn äußerst perkussiv machen konnte. Ein Nachrüstsatz fürs Gehäuse beseitigte den Mangel, dass auf die gewölbte und instabile Fiberglasabdeckung kaum ein zweites Keyboard spielbar aufzustellen war. Besonders aber die penible Einstellung der Klangerzeugung und Tonabnehmer in Verbindung mit dem Dyno-EQ, einem aktiven Vorverstärker, der anstelle der passiven Klangregelung der *Stage*-Modelle installiert werden konnte, kreierte einen ganz eigenen, den *Dyno-Rhodes*-Klang (welcher wiederum mit Vorbild für die selbst einzigartigen E-Piano-Sounds des FM-Synthesizers Yamaha DX7 war; s. Kap. 2.3).

2.1.8 Rhodes Mark II (1979 - 1985)

Ende der siebziger Jahre hatten die Rhodes-E-Pianos den Höhepunkt ihrer Popularität erreicht. Nach über zehnjähriger Produktionszeit wurden sie 1979 optisch leicht überarbeitet: die bisher silberne Aluminium-Frontplatte, welche Namensschild, Aus- und Eingänge sowie die Regler trug, erschien nun in glänzendem Schwarz und besaß zusätzlich einen abnehmbaren Notenhalter. Die auffälligste Veränderung war aber die neue, nun flache und verstärkte Mechanikabdeckung, auf der auch weitere Keyboards problemlos abgestellt und gespielt werden konnten. Technisch und mechanisch waren *Mark II Stage* und *Suitcase* zunächst mit der letzen *Mark-I*-Serie identisch und nach wie vor in 73- und 88-Tasten-Version erhältlich. Als leichteres und kompakteres Modell war ab 1980 zusätzlich das *Rhodes 54* erhältlich – ein 54-tastiges *Stage*, dessen

Ambitus lediglich die mittlere Lage abdeckte. Im selben Jahr wurden die bisher aus Holz gefertigten Tasten, welche sich durch permanenten Gebrauch über die Jahre verziehen konnten, durch Kunststofftasten ersetzt, sehr zur Enttäuschung von Harold Rhodes selbst. Seiner Ansicht nach verschlechterten sich dadurch Spielgefühl und Qualität der Pianos.[40]

2.1.9 CBS und Rhodes zu Beginn der achtziger Jahre

Der Markt für elektrische und elektronische Musikinstrumente hatte sich bereits vor einiger Zeit zu wandeln begonnen; mittlerweile waren Analogsynthesizer ausgereift und mit der fortschreitenden Entwicklung der Digitaltechnik auch die ersten digitalen Synthesizer und Sampler praktisch einsetzbar.[41] Als Reaktion auf diesen Trend stellte CBS 1980 das *Rhodes Mark III EK-10* vor – ein *Mark II Stage 73*, welches neben der mechanischen Klangerzeugung ein Synthesizermodul eingebaut hatte. Während Grimmer dieses als zumischbaren einfachen Synthesizer mit zwei Sounds und wenigen Klangbearbeitungsmöglichkeiten beschreibt, erscheint es an anderer Stelle als reines Bearbeitungsmodul, als obligatorisches Filter des elektroakustischen Klangs, das den puren Rhodes-Sound kaum mehr zulässt.[42] Ein Erfolg wurde das *Mark III* nicht und Harold Rhodes selbst war wenig begeistert von diesem Hybriden.

Zunehmend zeigten sich für Rhodes nun die Ergebnisse einer Entwicklung, die mit der Übernahme von Fender durch CBS begonnen hatte. Anstelle einer ursprünglichen Garagenfirmenmentalität, die Produktentwicklung und -qualität sowie Kundennähe in den Vordergrund stellte, dafür aber nur begrenzte Kapazitäten bot und sich eher auf den nationalen Markt konzentrierte, herrschten jetzt Marketingprofessionalität und Renditedenken eines branchenübergreifend und global agierenden Unternehmens. Die Reduktion der Herstellungskosten stand im Vordergrund; dass nun gerade Musikinstrumente einen Teil des Produktportfolios stellten, war eigentlich nebensächlich. Schon Fender hatte dies schmerzlich in den siebziger Jahren erfahren müssen, als die Qualität der Produkte rapide sank und CBS den Nimbus dieses Namens fast vollständig ver-

40 http://www.fenderrhodes.com/models/mark2.php.
41 Siehe Ungeheuer / Supper, Elektroakustische Musik, Sp. 1760ff.
42 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 19f. und http://www fenderrhodes.com/models/mark2.php.

spielte.[43] Bei Rhodes lag die Sache etwas anders, war CBS hier doch zu einem Großteil für den Durchbruch und den Erfolg der Instrumente mitverantwortlich. Und doch wurde gegen Ende der siebziger Jahre beispielsweise der Stahl für ein bestimmtes Bauteil der Klangerzeugung ohne adäquate Qualitätskontrollen (und ohne Harold Rhodes davon zu unterrichten) durch einen minderwertigeren, problematischer zu verarbeitenden ersetzt, was deutlich negative Auswirkungen auf den Klang hatte.[44] "By the 1980s, we were back to using the good stuff, but our reputation had been hurt."[45] Besonders die Probleme und Verluste bei Fender veranlassten CBS Anfang der achtziger Jahre also, umzudenken und Qualität und Innovationskraft bei den Musikinstrumententöchtern wieder in den Vordergrund zu stellen. Jedoch wurde etwa mit der Übernahme des insolventen Synthesizerherstellers ARP weiterhin versucht, in Bereiche einzusteigen, wo CBS noch nicht so stark vertreten war. So erschienen von ARP entwickelte, durchaus fortschrittliche Synthesizer plötzlich unter dem Label Rhodes (*Rhodes Chroma* 1982, *Rhodes Chroma Polaris* 1985). Viel irritierender war jedoch, dass CBS ein ebenfalls bereits vorher von ARP konzipiertes elektronisches Instrument als *Rhodes Electronic Piano* auf den Markt brachte. Es besaß zwar eine anschlagdynamische Tastatur mit gewichteten Tasten, sein rein elektronisch erzeugter Klang hatte jedoch keine Ähnlichkeit mit dem der elektroakustischen Pianos. Harold Rhodes kritisierte es scharf; da er aber keine offizielle Position bei CBS besetzte, musste er sich solchen Entscheidungen beugen und mit ansehen, wie sein ursprüngliches Konzept zusehends verwässerte.

"Everyone knew that electronic synthesizer technology was advancing rapidly […] and we all believed that it was just a matter of time before the Rhodes would be obsolete."[46] Vielen schien dieser Zeitpunkt jetzt gekommen zu sein.

2.1.10 Rhodes Mark IV (1983)

Obwohl CBS bereits im Jahr 1981 im Zuge des verstärkten Engagements bei Fender seine Geschäftsführung ausgetauscht hatte, waren die Probleme doch zu gewaltig und nicht mehr intern lösbar, sodass entschieden wurde, die gesamte

43 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 259.
44 Vail, Vintage Synthesizers, S. 267; vgl. Peterson, Rhodes Mark IV.
45 Zitiert nach Vail, Vintage Synthesizers, S. 267.
46 Peterson, Rhodes Mark IV.

Fender-Unternehmensgruppe inklusive Rhodes Keyboard Instruments meistbietend zu verkaufen. Mangels angemessener Angebote übernahm schließlich eine Investorengruppe unter William Schultz aus der CBS-Geschäftsführung Fender und deren Vertriebsstrukturen (nicht jedoch die Fabrik in Fullerton, in der bereits Leo Fender in den 50ern seine Gitarren entworfen hatte und wo bisher auch die Rhodes-Pianos gebaut wurden).[47]

William Schultz glaubte nach wie vor an die elektrischen Pianos und unterstützte die Entwicklung eines neuen Modells. Zunächst erarbeitete Rhodes' Mitarbeiter Mike Peterson einen radikal neuen Entwurf. Ausgehend von dessen Idee intern abgewinkelter Tasten, welche es erlauben würden, die Klangerzeugung tiefer zu setzen und so das gesamte Instrument flacher zu bauen, widmete er sich vor allem der Mechanik und passte sie und somit das Spielgefühl nach akribischer Analyse signifikant dem eines akustischen Pianos an. Da die Tastenform Holz als Material ausschloss, wurde mit Tasten aus Kunststoff und Stahl experimentiert. Mittels eines neu designten Kunststoffgehäuses, des Verzichts auf einen hölzernen Rahmen und vieler Aluminiumbauteile wurde das Instrument deutlich leichter. Ein separater, faltbarer Stand ersetzte die bisher anschraubbaren Beine. Das Dämpferpedal wurde für maximale Flexibilität und leichte Betätigung hydraulisch an das Piano gekoppelt. Sogar als Kontrollkeyboard für Synthesizer sollte das Piano dienen können.
Leider schirmte das Kunststoffgehäuse die Spielgeräusche nicht in dem Maße ab, wie es die bisherigen soliden Holzkästen taten und vor allem die Mechanik wies noch Schwachpunkte auf. Mittlerweile wurden aber die ersten Digitalpianos auf Samplingbasis vorgestellt und eine weitere langwierige Entwicklungsphase konnte sich Rhodes nicht erlauben. Das *Rhodes Mark IV* blieb ein einzelner Prototyp.[48]

2.1.11 Rhodes Mark V (1984 – 1985)

Steve Woodyard, ein weiterer enger Mitarbeiter Rhodes', entwarf fast zeitgleich ein neues Piano, was eher eine Evolution der bisherigen Rhodes war und deshalb viel kurzfristiger hergestellt werden konnte. Im Jahr 1984 wurde es als

47 Siehe Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 259f.
48 Peterson, Rhodes Mark IV.

Rhodes Mark V Stage 73 vorgestellt und basierte größtenteils auf dem *Stage*-Vorgängermodell. Einzig die Dämpfermechanik wurde überarbeitet, nachdem Analysen ergeben hatten, dass der bisherige Anschlag die entstehenden Schwingungen teils relativ stark dämpfte. Das neue Verhalten resultierte in einem deutlich glockigeren Klang. Für das originale Spielgefühl wurden wieder Holztasten verbaut. Eher an das *Mark IV* angelehnt waren das Kunststoffgehäuse und das Klappstativ. Drei Prototypen waren sogar mit der gerade neu eingeführten MIDI-Schnittstelle ausgerüstet, um das klassische Spielgefühl mit den Klangwelten der digitalen Synthesizer verbinden zu können.
Das *Mark V* wurde bis 1985 in nicht geringer Stückzahl verkauft.[49] Trotzdem blieb es das einzige neue Modell, eine Version mit 88 Tasten war lediglich in Katalogen abgebildet. Ebenso lange wurden noch *Suitcase*-Rhodes der *Mark-II*-Generation mit leichten optischen Anpassungen hergestellt und selbst *Stage*- und *54*-Modelle waren bis Mitte der 80er Jahre aus Lagerbeständen im Handel erhältlich. Danach wurde die Produktion der elektroakustischen Rhodes-Pianos eingestellt.

2.1.12 Rhodes nach 1985

Zwei Jahre nach dem Produktionsstopp verkaufte William Schultz Rhodes an die japanische Roland Corporation, einen der weltweit größten Hersteller elektronischer Musikinstrumente, welche ab 1989 einige ihrer Instrumente zusätzlich auch unter dem Label Rhodes vertrieb: zwei Digitalpianos (*Rhodes MK-80* und *MK-60*), zwei Synthesizer (*Rhodes 760* und *660*) und später sogar eine Digitalorgel (*Rhodes VK-1000*). Mit den ursprünglichen Rhodes-Pianos hatte dies nichts mehr zu tun und Roland hatte auch kein Interesse daran. Harold Rhodes, der mit ansehen musste, wie sein Name zu einer reinen Handelsmarke verkommen war, widmete sich Anfang der neunziger Jahre wieder verstärkt seiner Klavierlehrmethode, verbreitete sie auf Video und brachte Schülern das Klavierspiel bei – auf Pianos, die er vorher mit ihnen gebaut hatte.[50]
Im Jahr 1997 gelang es Rhodes schließlich, die Rechte an seinem Namen von Roland zurückzukaufen – nach mehr als dreißig Jahren war er wieder Eigentümer seiner Marke. Pläne für ein neues elektroakustisches Piano konnte er indes

49 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 23; vgl. Adlers, Fender Rhodes.
50 Vail, Vintage Synthesizers, S. 267.

aufgrund seines hohen Alters nicht mehr selbst verwirklichen.
Harold B. Rhodes starb am 17. Dezember 2000 in Los Angeles.

Nach dem Tode Rhodes' gingen alle Rechte an der Marke auf Joseph A. Brandstetter über, welcher bereits in den Rückkauf derselben von Roland involviert war. Im Jahr 2007 präsentierte er mit seiner Rhodes Music Corporation auf der Winter-NAMM ein neues elektroakustisches Piano: das *Rhodes Mark VII*, ein in Optik und Technik angepasster und weiterentwickelter Erbe der klassischen Rhodes. Vorgestellt wurden eine *S*-Serie, die mit einfacher passiver Klangregelung die Nachfolgerin der alten *Stage*-Pianos ist, eine *A*-Serie mit eingebautem Vorverstärker, neuem 3-Band-Equalizer und Tremoloeffekt wie in den *Suitcase* und eine *AM*-Serie, die darüber hinaus noch MIDI-Controller-Funktionen für externe digitale Klangerzeuger bietet, – alle drei Serien jeweils mit 61, 73 oder 88 Tasten. Die elektroakustische Klangerzeugung basiert auf der des *Mark V* und erscheint somit recht traditionell. Das Pianogehäuse ist aus Kunststoff und mit einer passiven Belüftung versehen, um Kondenswasser und Korrosion zu verhindern. Alle Pianos können auf einem stabilen Klappstand, die aktiven Modelle wahlweise auch wieder auf einem passenden Lautsprecherkabinett platziert werden.
Trotz wiederholter Ankündigungen des Herstellers seit 2007, bald mit der Auslieferung beginnen zu können, war lange Zeit keines der neuen *Rhodes Mark VII* erhältlich. Seit kurzem, und damit zum fünfzigjährigen Jubiläum von Fender-Rhodes, Inc., scheinen aber die ersten Instrumente verkauft zu werden.[51]

2.2 Klangerzeugung

Das Instrument, welches Harold Rhodes im Jahr 1959 zum Patent anmeldete, verband extrem preiswerte, vergleichsweise unaufwändige Herstellung und relativ geringes Gewicht mit dem wichtigsten Kriterium der "hervorragenden Musikalität".[52] Ein elektrisches Piano solle demnach einen perkussiven Tonansatz aufweisen, gefolgt von dessen relativ schnellem Abfall und mündend in ein für den Bassbereich längeres, für den Diskant kürzeres, insgesamt aber

51 http://www.rhodespiano.com.
52 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano, Sp. 1 (Übersetzung des Autors).

kontrolliert begrenztes Ausklingen. Auch in Rhodes' Konzept sollten spezielle Stimmzungen als Primärschwinger dienen, allerdings derart, dass die Grundfrequenzen überwiegen und unerwünschte, stimmzungentypische Obertöne unauffällig bleiben würden, und zwar über einen größeren, für Tasteninstrumente sinnvollen Ambitus. Schließlich solle der akustisch generierte Klang bereits hinreichend stark sein, um mit der geringstmöglichen Zahl an elektrischen Verstärkungsgliedern auszukommen.[53]

Nachfolgend soll Rhodes' Ansatz zur Umsetzung dieser´Forderungen vorgestellt werden – die Klangerzeugung seiner Pianos. Der erste Teil wird sich hierbei ausschließlich mit der akustischen Seite befassen und von einem Exkurs in die Theorie schwingender Stäbe einen Bogen schlagen zur praktischen Konstruktion seiner asymmetrischen Stimmgabel und der Tastaturmechanik. Die elektrische Tonabnahme und -übertragung wird Gegenstand des zweiten Teils dieses Kapitels sein.

2.2.1 Akustischer Teil

Das Fender Rhodes gehört zur Gruppe der elektromechanischen oder -akustischen Instrumenten, "deren Schwingungen mechanisch entstehen, jedoch elektrisch übertragen werden [...]."[54] Betrachtet man ausschließlich den akustischen Teil der Klangerzeugung, so ist es ein Metallophon (als Unterform der Idiophone), da hier Metallkörper als Klangerzeuger fungieren. Die Schwingungen dieser Metallkörper werden durch wiederum mittels Tastendruck ausgelöste Anschläge jeweils eines Hammers erzeugt. Nur letzteres hat das Rhodes mit dem akustischen Klavier (einem Tastenschlagchordophon) gemeinsam – gemäß ihrer primären Klangerzeugung sind beide Instrumente also nicht verwandt (wenn man eine angeschlagene eingespannte Stahlsaite nicht als Sonderform eines Metallophons ansieht, was aufgrund signifikant unterschiedlicher akustischer Eigenschaften aber nicht praktikabel ist[55]). Pro Taste bzw. Tonhöhe gibt es beim Rhodes einen *Tone Generator*, der nichts weiter als eine spezielle, den Anforderungen genau angepasste Stimmgabel ist.

53 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano.
54 Halbscheffel / Kneif, Sachlexikon Rockmusik, S. 192.
55 Siehe Hall, Musikalische Akustik, S. 192.

Obwohl das grundlegende Konzept der Klangerzeugung stets dasselbe blieb, sind gerade im akustischen Teil im Laufe der frühen Jahre mit Blick auf die Klangqualität des Instruments und die Herstellungskosten viele Details weiterentwickelt und verändert worden. Im Einzelnen kann das hier allerdings nur am Rande Erwähnung finden. Hauptsächlich wird mit der Klangerzeugung der Mitte der siebziger Jahre eine vergleichsweise ausgereifte betrachtet, die in den klassischen Rhodes-Modellen (*Fender Rhodes Mark I*, *Rhodes Mark I*, *Rhodes Mark II*) zu finden ist und dabei kaum noch Veränderungen erfuhr. Die Informationen hierüber sind größtenteils den in der Bibliographie aufgeführten Patentunterlagen entnommen.

2.2.1.1 Der schwingende Stab

Wird ein Metallstab impulshaft deformiert, so entsteht in ihm Körperschall – aufgrund dessen Elastizität vom Ort der Deformation ausgehende Form- und Volumenänderungen, die zeitlich und örtlich verteilt auftreten und so als Schwingungen in Wellenform erscheinen. Es können hierbei abhängig von der genauen Art der Anregung verschiedene Wellenarten auftreten: neben longitudinalen Dehn- und transversalen Torsionswellen vor allem transversale Biegewellen, deren Auslenkungen also senkrecht zur Stabachse passieren. Eine transversale Biegung setzt der anregenden Kraft einen viel geringeren Widerstand entgegen als etwa die anderen genannten Verformungen, Biegewellen sind also viel leichter anzuregen und dominieren die gesamte Schwingung des Stabes.[56] Praktisch sind sie deshalb von vorrangiger Bedeutung, insbesondere im hier interessierenden Zusammenhang mit dünnen Stäben. Ein gleichförmiger Stab, bei dem Masse und Steifigkeit kontinuierlich über die Länge verteilt sind, besitzt eine unendlich hohe Zahl von einfachen harmonischen Biegeschwingungen mit jeweils einer Eigenfrequenz.[57] Wird der Stab einseitig so eingespannt, dass sein anderes Ende frei schwingenden kann, so lassen sich die Eigenfrequenzen nach folgender Formel berechnen:

56 Die komplexen Phänomene des Körperschalls in Stäben werden hier stark verkürzt dargestellt. Siehe Möser, Technische Akustik, S. 117ff. und Fletcher / Rossing, The Physics of Musical Instruments, S. 53ff.

57 Hall, Musikalische Akustik, S. 174.

$$f_n = \frac{\pi K}{8 L^2}\sqrt{\frac{E}{\rho}}\,[1{,}194^2, 2{,}988^2, 5^2, \ldots, (2n-1)^2]$$

K: Kreisradius (konst., für runde Stäbe ein Viertel des Durchmessers, für rechteckige der Quotient aus Dicke und √12)

L: Länge des Stabes

E: Elastizitätsmodul (Youngsche Zahl)

ρ: spezifische Dichte des Stabmaterials

Die Grundfrequenz f_1 lässt sich daraus vereinfacht mit

$$f_1 = \frac{0{,}5598\,K}{L^2}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

darstellen, und die folgenden drei Eigenfrequenzen liegen dann bei $f_2 = 6{,}27 \cdot f_1$, $f_3 = 17{,}55 \cdot f_1$ und $f_4 = 34{,}39 \cdot f_1$.

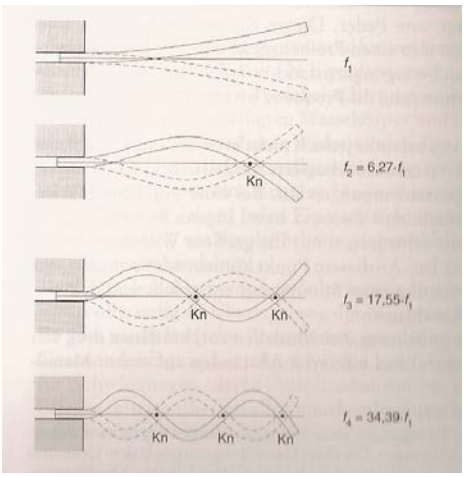

Abb. 2.6: Die ersten vier Eigenschwingungen eines gleichförmigen Stabes.

Die Eigenschwingungen eines solchen Stabes bilden also keine harmonische Teiltonreihe (für die ja $f_2 = 2 \cdot f_1$, $f_3 = 3 \cdot f_1$ usw. gilt). Trotzdem kann eine Tonhöhe wahrgenommen werden. Die dritte und vierte Eigenschwingung nämlich tragen zwar noch etwas zu einer Klangfärbung während des Anschlags des Stabes bei, werden dann aber rasch gedämpft, wie auch diejenigen noch höherer Ordnung, die überdies bereits für mittlere Grundfrequenzen außerhalb des Hörbereichs liegen. So beträgt für eine Grundfrequenz von f_1 = 262 Hz (etwa einem c' entsprechend) f_5 ~ 14,9 kHz und für eine Grundfrequenz von f_1 = 440 Hz (entsprechend einem a') bereits f_4 ~ 15,1 kHz. Die ersten beiden Eigenschwin-

gungen sind die musikalisch relevanten, und da auch die zweite stärker als die erste gedämpft wird, nähert sich die gesamte zunächst komplexe Vibration des Stabes mit zunehmender Ausklingzeit einer einfachen harmonischen (Sinus-)Schwingung an, die somit genau der am längsten ausschwingenden ersten Eigenfrequenz entspricht – "per definitionem die Essenz eines reinen, perfekten Klangs mit genau bestimmter Tonhöhe."[58] Die zunehmende Dämpfung der höherfrequenten Eigenschwingungen ist mit ihren größeren Reibungsverlusten aufgrund der mehrfachen Stabverbiegungen zu erklären.

All dies gilt genauso für die Stimmgabel, eine spezielle Anordnung zweier solcher, nun gegenläufig schwingender Metallstäbe mit einer gemeinsamen Basis: ihr Grundton ist die Frequenz ihrer ersten Eigenschwingung und die zweite Eigenschwingung ist kurz nach dem Anschlag noch als sogenannter Schlagton wahrnehmbar.[59]

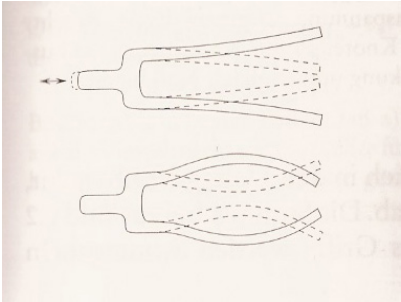

Abb. 2.7: Die ersten beiden Eigenschwingungen einer Stimmgabel. $f_2 = 6{,}27 \cdot f_1$.

Aufgrund der geringen inneren Dämpfung der Hartmetalle mit ihrer hohen Elastizität wird insgesamt vergleichsweise wenig Energie in Reibungswärme umgewandelt und die Schwingung des Stabes dauert sehr lange an. Und obwohl auch bei einem Metallstab mit zunehmender Länge die Periodendauer einer Schwingung zunimmt und die Frequenz daher sinkt, halbiert sie sich hier nicht mit der doppelten Länge (wie etwa bei Saiten), denn Metallstäbe sind dispersiv: Biegewellen unterschiedlicher Wellenlänge breiten sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit aus. Wie auch bereits aus der angegebenen Formel zur Berechnung der Eigenfrequenzen durch den quadratischen Einfluss der Länge des Stabes ersichtlich, ergibt sich bei doppelter Länge aus der zweifa-

58 Hall, Musikalische Akustik, S. 165.
59 Ebd.

chen Wellenlänge und der halbierten Geschwindigkeit eine viermal so hohe Frequenz und mithin ein um zwei Oktaven tieferer Klang.[60] Dies ist deshalb von Interesse, weil so ein bestimmter Frequenzbereich durch Stäbe mit im Vergleich zu Saiten viel geringeren Längenunterschieden abgedeckt werden kann.

2.2.1.2 Die asymmetrische Stimmgabel

Eine wie oben beschriebene konventionelle Stimmgabel als Anordnung zweier identischer Metallstäbe hätte mit dem Fehlen eines ausgeprägten perkussiven Anteils bei der Schwingungsanregung, ihrer sehr langen Ausklingzeit und ihrer zu kleinen Schwingungsamplitude nach Ansicht Rhodes' drei gravierend nachteilige Eigenschaften für die Verwendung als Klangerzeuger in einem elektrischen Piano. Sie würde so die Klavierklangcharakteristik nur unbefriedigend simulieren und überdies durch die penible Einstimmung, also die für jede Tonhöhe genau einzuhaltenden eigenen Abmessungen, aufwändig herzustellen sein.[61] Demgegenüber sah er ihre Vorzüge beim Erzeugen vergleichsweise reiner Töne mit vorherrschender Grundfrequenz, besonders für den Bassbereich, in welchem etwa akustische Klaviere aufgrund ihres Obertonreichtums und der Inharmonizität ihrer Saiten nicht unproblematisch seien.[62]
Rhodes' Lösung war die Konstruktion einer asymmetrischen Stimmgabel – einer Stimmgabel, deren Zinken sich hauptsächlich in ihrer Masse, daneben auch in ihrer Länge und Form unterscheiden, und die in allen Versionen seiner Pianos den Klang hervorbringt.

60 Hall, Musikalische Akustik, S. 68.
61 Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars, Sp. 4.
62 Vail, Vintage Synthesizers, S. 248; vgl. Fletcher / Rossing, The Physics of Musical Instruments, S. 336f.

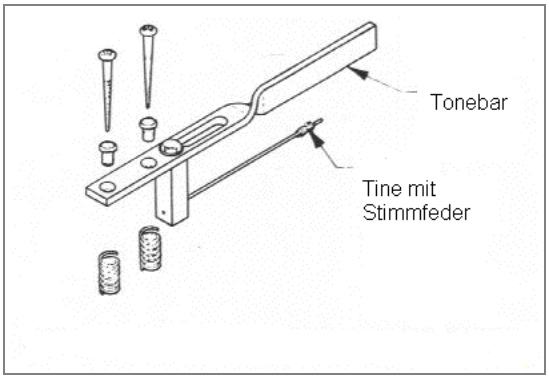

Abb 2.8: Asymmetrische Stimmgabel (*Tone Generator*) des Fender Rhodes.

Eine der beiden Zinken der asymmetrischen Stimmgabel, die *Tine*, wird durch ein Klangstäbchen relativ leichter Masse gebildet, welches vom Hammer angeschlagen wird. Sie besteht aus Hartstahldraht (Pianodraht) nahezu zylindrischen Durchmessers. Exakt zylindrisch mit durchgehend knapp zwei Millimetern war er nur bei den frühen Modellen, später wurde eine leicht konische Form (2,5 – 1,5 mm) gewählt.[63] Die zweite Zinke, der *Tonebar*, ist ein passiv mitschwingender Stab relativ hoher Masse und rechteckigen Querschnitts. Die Breite dieses Stabes beträgt dabei elf Millimeter für den Diskant und 12,4 Millimeter für den restlichen Bereich, die Dicke etwa drei Millimeter (für einen Großteil der *Tonebars* sind die Dimensionen im schwingenden Bereich durch eine longitudinale 90-Grad-Verdrehung vertauscht, s.u.). Unter der Prämisse des besten Kompromisses aus Materialqualität, Herstellungsaufwand und gewünschten akustischen Eigenschaften wurde er anfangs aus Gusseisen, dann aus Aluminium und schließlich aus kalt gezogenem Stahl hergestellt. Wichtigstes Kriterium für die akustischen Eigenschaften des Materials war dabei dessen flache Resonanzkurve – der Frequenzbereich, in welchem es zu Resonanzschwingungen angeregt werden kann, muss also breitbandig sein (s.u.).

Mit dem *Tonebar* ist auch die gesamte Konstruktion im Piano befestigt. In einen unter ihm senkrecht verdrehsicher angeschraubten Fuß ist die *Tine* parallel zu ihm hineingepresst. Der Abschnitt zwischen dieser akustisch wirksamen Basis und den frei schwingenden Enden der Zinken ist der Arbeitsbereich der asymmetrischen Stimmgabel. Das kürzere Ende des *Tonebars* zur anderen Seite der gemeinsamen Basis ist mittels zweier längs angeordneter Schrauben und untergelegter Druckfedern, welche beide durch Gummidichtungen (*Grommets*)

63 Siehe http://www fenderrhodes.com/org/manual/ch7 html.

vom *Tonebar* isoliert sind, in einer Art "schwebender Verbindung"[64] und somit akustisch entkoppelt an dem im Gehäuse angebrachten Holzrahmen befestigt. Dadurch wird zunächst eine Schwingungsübertragung auf die Holzbasis unterbunden, die so nicht als (ohnehin schlechter, weil dafür nicht konzipierter) Resonanzboden fungieren, zusätzlichen Luftschall abstrahlen und vor allem den *Generator*-Schwingungen Energie entziehen und die Ausklingphase deutlich verkürzen kann. Während durch die gegenläufigen Schwingungen der Zinken einer (konventionellen wie asymmetrischen) Stimmgabel nämlich deren Fuß kaum und vor allem nicht transversal angeregt wird, ist dies besonders für theoretisch mögliche Eigenschwingungen bei hart eingespannten Stäben relevant, die durch Parallelbewegungen der Zinken übermäßig viel Energie auf die Basis übertragen würden.[65] Weiterhin können durch die weiche Aufhängung sehr harte Hammeranschläge der *Tine* absorbiert und so mögliche Schäden verhindert werden. Vor allem aber erlaubt es diese Art der Befestigung, den gesamten *Tone Generator* vertikal zu verstellen oder leicht anzukippen, um dadurch die Position der *Tine* vor dem Tonabnehmer und ihren Abstand zum Hammer zu beeinflussen. Eine Verdrehung des gesamten *Generators* in der Horizontalen, was im Extremfall Anschlag und Tonabnahme verhindern und außerdem den benachbarten *Generator* stören würde, wird gleichzeitig verhindert (s. Abb. 2.8 und 2.10).

Pro Taste und also Tonhöhe des Rhodes ist nun ein solcher *Tone Generator* vorhanden, *Tine* und *Tonebar* müssen dementsprechend auf die jeweilige zu erzeugende Frequenz abgestimmt werden. Die *Tines* als vom Hammer angeschlagene eigentliche Primärschwinger haben deshalb Längen von etwa 15 Zentimetern für das Kontra-E und 2,5 Zentimetern für das e'''' (als jeweils äußerste Töne des Ambitus' eines *Rhodes 73).* Diese Längen stimmen jedoch nur näherungsweise – die genaue erste Eigenfrequenz einer *Tine* wird durch die longitudinale Position einer aufgeschobenen Spiralfeder, also eine definierte Änderung ihrer Masse, bestimmt. Dies funktioniert dann zufriedenstellend, wenn die Masse nahe des frei schwingenden Endes der *Tine* wirkt und somit vordergründig die

64 Rhodes, Apparatus For Mounting A Tone Generator And For Positioning The Same Relative To A Transducer , Sp. 8.
65 Vgl. Hall, Musikalische Akustik, S. 173 u. 175.

Grundfrequenz und nicht nur höhere Eigenfrequenzen beeinflusst[66] und sie außerdem für den Bassbereich etwas höher als für den Diskant ist. Für die Praxis ist relevant, dass die Federn im unkomprimierten Zustand einen leicht geringeren Durchmesser als die *Tines* aufweisen und so im allgemeinen recht gut gegen Verrutschen (durch Schläge, Stöße, Transport etc.) gesichert sind, das Rhodes also relativ stimmstabil ist.

Der *Tonebar* eines jeden *Generators* fungiert als "mechanischer Verstärker"[67] der *Tine* – als Sekundärschwinger stabilisiert und formt er die Gesamtschwingung. Die Masse seines frei schwingenden Bereichs ist mindestens zehnmal, idealerweise sogar 25-mal so groß wie die der *Tine* inklusive Stimmfeder.[68] Ausgehend davon ist er durch die passende Dimensionierung so abgestimmt, dass seine Grundfrequenz derjenigen der *Tine* entspricht und er also, wenn letztere angeschlagen wird, in Resonanz versetzt wird. Seine Länge variiert beim *Rhodes 73* zwischen rund 23 und 2,5 Zentimetern (steigt aber aufgrund einiger Besonderheiten nicht stetig an, s.u.). Die flache Resonanzkurve des *Tonebars* erlaubt dabei die Verstimmung der *Tine* mittels der Stimmfeder um eine halbe Oktave, ohne dass signifikante Einbußen im Resonanzverhalten auftreten. Die Grundfrequenz der Gesamtschwingung wird also einzig durch die der *Tine* bestimmt. Wenn diese aber den Resonanzbereich des *Tonebars* verlässt, so wird die gesamte Schwingung stärker gedämpft. Umgekehrt heißt das, dass ein erzeugter Ton seine maximale Ausklingzeit genau dann hat, wenn die Grundfrequenz des *Tonebars* perfekt mit der der korrekt gestimmten *Tine* zusammenfällt. Besonders im Diskant ist diese genaue Übereinstimmung wichtig, um eine maximale Ausklingzeit zu erreichen. Im Bassbereich wird die Resonanzfrequenz der *Tonebars* von vornherein leicht gegen die jeweiligen Grundfrequenzen der *Tines* verstimmt, um die Ausklingphase auf einen angestrebten Wert von etwa 17 Sekunden zu begrenzen.

Die relativ hohe Masse eines *Tonebars* bewirkt bei einer gegebenen Frequenz eine Verstärkung der Schwingungsamplitude der *Tine*, was einesteils wiederum ein robusteres Signal im Tonabnehmer erzeugt. Andererseits werden so die in-

66 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano, Sp. 5; vgl. Hall, Musikalische Akustik, S. 173f.
67 Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars, Sp. 1 (Übersetzung des Autors).
68 Ebd., Sp. 4.

itialen Schwingungen nach der Anregung betont und damit genau der perkussive Tonansatz erzeugt, der bei konventionellen Stimmgabeln fehlt.[69] Aufgrund der parallelen Anordnung von *Tine* und *Tonebar* und dessen akustisch isolierender Befestigung schwingen beide ausschließlich in der von ihnen aufgespannten vertikalen Fläche (in der sich außerdem der Hammer bewegt und der Tonabnehmer angeordnet ist). Dies ist besonders für die elektromagnetische Tonabnahme wichtig, da bei einem Stab mit kreisförmigem Querschnitt, wenn seine Schwingungsebene nicht solcherart gerichtet wird, nach dem Anschlag gleiche Transversalwellen in alle Richtungen auftreten und eine so gleichsam rotierende Schwingungsebene die Spannungsinduktion im Tonabnehmer negativ beeinflusst (was einer der Hauptgründe für andere E-Piano-Konzepte war, flache Stimmzungen rechteckigen Querschnitts zu verwenden).

Besonders in bestimmten Verhältnissen zwischen flachem Querschnitt und Länge eines *Tonebars* können, aufgrund der starken Verbiegung des Stabes, relativ ausgeprägte Oberschwingungen auftreten, die dann jene der *Tine* übermäßig verstärken und, an den Tonabnehmer weitergegeben, die gesamte Klangqualität mindern würden.[70] Eine longitudinale 90-Grad-Verdrehung der *Tonebars* dieser Lagen (ab dem Jahr 1972, s. Kap. 2.1.5) ermöglicht deshalb einerseits die oben beschriebene Befestigung des gesamten *Generators* und die akustisch wirksame Verbindung zur *Tine* durch ein hier flaches Profil, maximiert andererseits aber vor allem die Dicke des schwingenden Abschnitts parallel zur Schwingungsebene. Bei einem solchen Querschnitt werden starke Verbiegungen und damit die Amplituden höhere Eigenschwingungen minimiert. Ein Nebeneffekt ist die bessere Zugänglichkeit der *Tines* und der Mechanik der betroffenen Lagen.

Für die 73 *Tone Generators* eines *Rhodes 73* sind vier verschiedene Gruppen von *Tonebars* verbaut, die sich innerhalb einer Gruppe ausschließlich durch die Länge ihres frei schwingenden Bereiches unterscheiden.

69 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano, Sp. 6f.
70 Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars, Sp. 5.

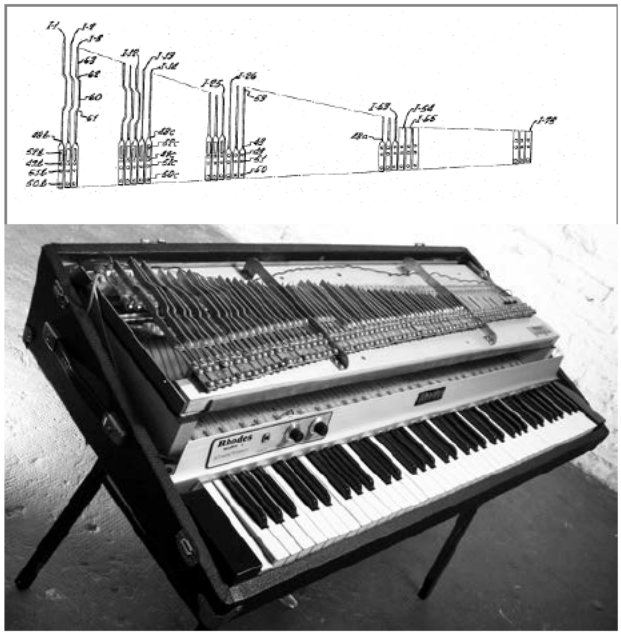

Abb. 2.9: *Tonebars* des *Rhodes Mark I Stage 73*. Oben schematische Darstellung mit relativen Längenverhältnissen, unten Anordnung im Instrument.

Da *Tonebar*-Eigenschwingungen höherer Ordnung im Diskant unproblematisch sind, weil sie außerhalb des Hörbereichs liegen, wird bei der Diskantgruppe für die Tonhöhen a" – e"" auf die Verdrehung zur Maximierung der Dicke verzichtet. *Tonebars* mit einer 90-Grad-Verdrehung kurz hinter der gemeinsamen Basis mit der *Tine* bilden die Gruppe der mittleren Lage für die Tonhöhen f – as". Die *Tonebars* im Bass vom Kontra-E bis zum e besitzen zwischen ihrem eingespannten Ende und der Verdrehung noch ein etwa zweieinhalb Zentimeter großes Langloch, das die Nachgiebigkeit des Stabes erhöht. Diese Nachgiebigkeit hat denselben Effekt wie eine Masseerhöhung am schwingenden Stabende – die Frequenz der Eigenschwingungen wird also gesenkt, ohne dass die Länge des Stabes erhöht werden muss; außerdem trägt sie zur Dämpfung der unerwünschten Oberschwingungen bei. Der *Tonebar* des e der Bassgruppe ist deshalb deutlich kürzer als der des f der mittleren Gruppe. Mit den für die gewünschten tiefen Grundfrequenzen relativ großen Längen der *Tines* in diesem Bereich erhöht sich auch deren maximale Auslenkungsamplitude – bei harten Anschlägen bestünde die Gefahr, dass das freie Ende einer *Tine* ihren *Tonebar* berührt. Die tiefsten zwölf *Tonebars* des Bassbereichs von Kontra-E bis Es weisen deshalb zusätzlich eine etwa fünf Zentimeter lange Ausbuchtung entlang ihrer Längsachse auf, deren genaue Position durch die Länge der *Tines* bestimmt ist, welche so an ihnen vorbei schwingen können. Die Schwingungen

der *Tines* verlassen auch hier die vertikal aufgespannte Ebene nicht, weil ein längerer Abschnitt und somit eine hinreichende Masse am Ende der *Tonebars* wieder in dieser eigentlichen Schwingungsebene liegt.[71]

2.2.1.3 Mechanik und Schwingungsanregung

Die Mechanik ist gegenüber der des akustischen Klaviers vereinfacht konstruiert, die Tastenbewegung wird ohne die Zwischenschaltung weiterer Hebel, aber dadurch auch ohne die bei Flügeln durch die Repetierschenkel gebotene Möglichkeit eines schnellen Repetierens, an den Hammer übertragen. Das hintere (vom Pianisten abgewandte) Ende einer Taste berührt dabei direkt die Unterseite des Hammerfußes, welche drei verschiedene Abschnitte aufweist. Der Fuß ist so gelagert, dass sich der nach vorne (zum Spieler) zeigende Hammerkopf vertikal bewegen kann. In der Ruheposition liegt der vordere, ebene Abschnitt des Fußes auf dem hinteren, filzbezogenen Tastenende auf und Hammerstiel und -kopf schweben darüber; gleichzeitig wird ein an einem Federblatt befestigter Filzdämpfer durch die Federspannung gegen die *Tine* gedrückt. Beim Niederdrücken der Taste wird deren Ende angehoben und der Hammerfuß rollt und gleitet über seinen mittleren Kurvenabschnitt darüber hinweg – der Kopf des Hammers wird so mit einer zunächst recht großen Übersetzung nach oben geschnellt. Der Dämpfer ist durch ein Band mit dem Hammerfuß so hinter dessen Rotationspunkt verbunden, dass er, wenn sich der Hammerkopf nach oben bewegt, nach unten von der *Tine* weggezogen wird. Im weiteren Verlauf wandert die Kontaktstelle zwischen Taste und Hammerfuß immer mehr zu dessen Ende, was den Widerstand gegen die Aufwärtsbewegung des Tastenendes erhöht und, wenn der hinterste Abschnitt des Hammerfußes erreicht ist, letztlich auch stoppt. Da sich jener Abschnitt aber senkrecht unter dem Rotationspunkt des Hammers befindet, kann dieser relativ unbeeinflusst, einzig als Folge seiner anfänglichen Beschleunigung, gegen die *Tine* schlagen. Gleichzeitig bleibt ein Kontakt zwischen Taste und Hammer aber immer bestehen – ein großer Unterschied zur traditionellen Klaviermechanik.[72] Fällt der Hammer nach dem Anschlag zurück, so bleibt er mit dem hinteren Abschnitt seines Fußes auf dem filzbezogenen Tastenende liegen und wird so an einem

71 Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars, Sp. 9f.
72 Siehe etwa Hall, Musikalische Akustik, S. 200.

Zurückprallen gegen die *Tine* gehindert. Für einen erneuten Anschlag muss die Taste so weit freigegeben werden, dass sich zumindest der Kurvenbereich des Hammerfußes wieder über dem Tastenende befindet. Wird die Taste losgelassen, so fällt der Hammer durch sein Gewicht in die Ruheposition zurück und der Dämpfer wird wieder gegen die *Tine* gedrückt.

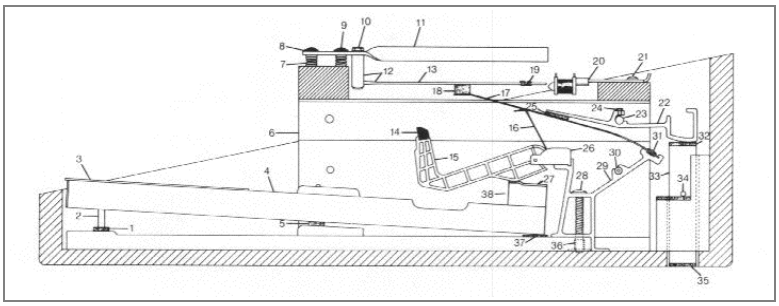

Abb. 2.10: Schnittzeichnung der Rhodes-Klangerzeugung. Es handelt sich hier um die ab 1976 gebaute Version mit Kunststoffhämmern.

Die in den ersten Jahren vewendeten, denen herkömmlicher Klaviere entsprechenden Holzhämmer mit tropfenförmigen, filzbezogenen Köpfen waren durch ihre individuelle Größe und Intonation recht aufwendig in Herstellung und Reparatur, so dass bald auf Hämmer mit Köpfen aus Neopren umgestellt wurde (s. Kap. 2.1.5). Um einen homogenen Klang über den Tonumfang zu erreichen, besitzen die Neoprenköpfe verschiedene Härten, allerdings nicht individuell pro *Tine*, sondern abgestuft in mehreren gleichen Gruppen, mit den weichsten im Bass und den härtesten, die deshalb aus neoprenbezogenem Holz bestehen, im Diskant. Während Woodyard von fünf verschiedenen Gruppen spricht[73], sind am Instrument des Autors (s. Kap. 3.3) nur vier unterschiedliche Härten verbaut: die weichste Gruppe bis einschließlich d, von es bis cis" und von d" bis c''' jeweils eine härtere Gruppe, darüber dann die Köpfe mit Holzkern. Eventuell wurden also auch hier im Laufe der Zeit ab Werk undokumentierte Anpassungen vorgenommen.

Die Disposition der Klaviatur des Rhodes entspricht generell der des akustischen Klaviers – ein *Rhodes 73* bietet einen Tonumfang von sechs Oktaven vom Kontra-E bis zum e'''', ein *Rhodes 88* besitzt den vollen Klavier-Ambitus

73 Woodyard, Steve's Corner – Hammer Tips.

mit $7^1/_3$ Oktaven vom Subkontra-A bis zum c''''. Das "wichtigste der Pedale"[74] eines Klaviers, das Dämpferpedal, hebt auch beim Rhodes die gesamte Dämpfung auf und lässt die *Tines* nach dem Loslassen der Tasten weiterschwingen.
In den gebotenen Ausdrucksmöglichkeiten – dem echten Piano-Forte-Spiel und den Auswirkungen von Dämpfungs- und Pedalmechanik – ähnelt das Rhodes somit weitgehend dem herkömmlichen Piano. Inwieweit eine genaue Übertragung der Spielweisen des Klaviers aufs Rhodes praktiziert wurde und ob dies klangästhetisch überhaupt wünschenswert war, wird in Kapitel 2.3 ausführlicher diskutiert.

Als genuin elektroakustisches Instrument besitzt das Rhodes keinen Resonanzboden. Die *Tone Generators* regen aufgrund ihrer geringen Oberfläche nur wenig Luftschall an, der überdies durch die Geräusche der Mechanik fast verdeckt wird. Der rein akustische Klang ist in leiser Umgebung zwar wahrnehmbar, in der Praxis aber nicht von Bedeutung. Vielmehr ist eine elektromagnetische Tonabnahme obligatorischer Bestandteil der Klangerzeugung.

2.2.2 Elektrischer Teil

Wie in Kapitel 2.2.1.2 dargelegt, sind die *Tines* die Primärschwinger, die die genaue Grundfrequenz des erzeugten Tons bestimmen und deren Schwingungen lediglich durch die passiv mitschwingenden *Tonebars* beeinflusst werden. Für die Tonabnahme des Fender Rhodes sind sie deshalb als Quelle ausreichend.

Koaxial zu jeder *Tine* ist ein elektromagnetischer Tonabnehmer angeordnet, dessen spulenumwickelter Permanentmagnet mit seiner quer zu ihrer Schwingungsebene abgeflachten Spitze auf ihr frei schwingendes Ende zeigt. Da aus Stahl gefertigt, ist die *Tine* ferromagnetisch und wirkt so als Anker des elektromagnetischen Wandlers. Wird jener bewegt, schwingt die *Tine* also, dann ändert sich das Magnetfeld zwischen den Polen des Permanentmagneten und mithin der magnetische Fluss in der Spule, was die Induktion einer analogen Wechselspannung bewirkt. Die Nichtlinearität dieses Vorgangs erzeugt bereits hier zusätzliche Harmonische, deren Stärke von der ursprünglichen Schwin-

74 Baines, Lexikon der Musikinstrumente, S. 161.

gungsamplitude abhängt..[75] Amplitude und Wellenform (respektive Spektrum) der Wechselspannung sind von der horizontalen und vertikalen Positionierung der *Tine* relativ zum Tonabnehmer abhängig.[76] Je geringer der Abstand der *Tine* zum Tonabnehmer, desto größer ist dabei die Amplitude. Die vertikale Position der *Tone Generators* ist durch die unter Punkt 2.2.1.2 ausgeführte Befestigung leicht zu ändern und erlaubt (in Grenzen) eine Variation des Grund-Oberton-Verhältnisses und somit der wahrgenommenen Klangfarbe. Dies ist allerdings eine aufwändige Prozedur, da alle *Generators* unter auditiver Bewertung des Timbres einzeln justiert werden müssen, um einen homogenen Klang über den gesamten Ambitus zu erreichen, und entspricht deshalb eher einer grundsätzlichen Intonation, um eine gewünschte Klangqualität einmalig (oder allenfalls sporadisch) festzulegen.

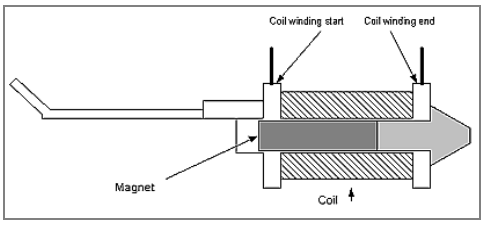

Abb. 2.11: Tonabnehmer des Fender Rhodes mit Permanentmagnet (grau), auf dessen Spitze die *Tine* ausgerichtet wird, und Spule (schraffiert). Mittels des Trägers (links) wird der Tonabnehmer am Rahmen befestigt und kann longitudinal zur *Tine* verschoben werden. Siehe auch Abb. 2.10.

Ein mittels eines Tonabnehmers gewandeltes Signal ist neben den nichtlinearen Verzerrungen im Wesentlichen durch dessen Übertragungscharakteristik geprägt. Die Tonabnehmerspule als Anordnung von Induktivität, ohmschem Widerstand und Kapazität der Drahtwicklung bildet einen Tiefpass 2. Ordnung, der die abgegebene Ausgangsspannung beeinflusst.[77]

75 Zollner / Zwicker, Elektroakustik, S. 176; Lemme, Elektro-Gitarren-Sound, S. 82f; vgl. Schneider, Mikrofone, S. 356.
76 Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars, Sp. 11; vgl. Meinel, Zupf- und Streichinstrumente, S. 1134.
77 Lemme, Elektro-Gitarren-Sound, S. 63 – 70.

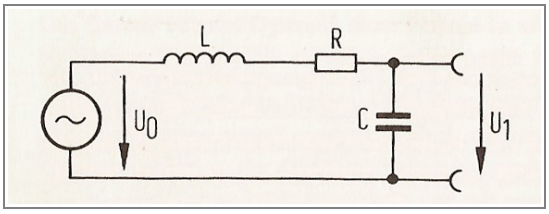

Abb. 2.12: Ersatzschaltbild des Tonabnehmers.

Die einzelnen Tonabnehmer sind in einer Reihen-Parallel-Schaltung miteinander verbunden und geben eine gemeinsame Ausgangsspannung ab, können also im Weiteren als eine Einheit betrachtet werden. Das Signal durchläuft nun die bei den *Stage*-Modellen passive Klangregelung, bestehend aus einem *Volume*-Potentiometer zur Einstellung der Ausgangsamplitude und einem *Bass-Boost*-Klangsteller, einer Parallelschaltung eines Potentiometers und eines Kondensators. Diese Anordnung wirkt als einfacher Hochpass, dessen Grenzfrequenz durch den Klangsteller verändert werden kann. Entgegen seiner Bezeichnung dient *Bass Boost* also nicht der "klanglichen Anhebung tiefer Frequenzen"[78], wie Grimmer irrtümlich feststellt, sondern kann als Bass-Cut die Tiefen lediglich dämpfen – die Maximalstellung des Reglers lässt dabei den Originalklang unbeeinflusst. An der ebenfalls etwas verwirrend *Input* genannten Ausgangsbuchse kann das Signal abgegriffen und einem Verstärker zugeführt werden (siehe Anhang 7.2, Abb. 7.5).

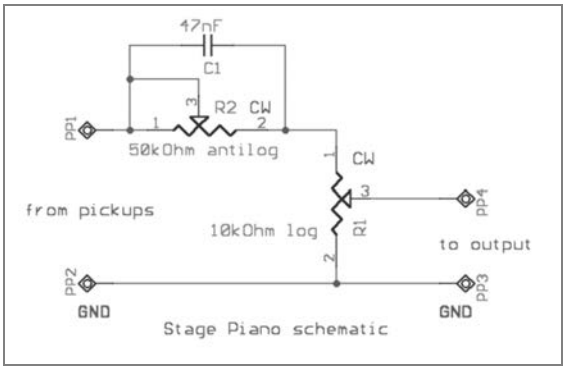

Abb. 2.13: Passives Klangregelungsnetzwerk der *Stage*-Modelle. Die *Suitcase* besitzen eine aufwendigere aktive Schaltung.

Das gesamte System stellt ein aus Tiefpass 2. Ordnung und Hochpass zusammengesetztes Bandpassfilter 3. Ordnung dar. Da eine solche Zusammenschal-

78 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 42.

tung von R-, L- und C-Gliedern gleichzeitig einen Schwingkreis bildet, besitzt sie eine Resonanzfrequenz f_0 und eine Güte Q, welche praktisch auch die wichtigsten Kenngrößen eines Tonabnehmers sind und wiederum hauptsächlich durch die Induktivität der Tonabnehmerspule und die Summe aller auftretenden Kapazitäten bestimmt werden. Hierzu trägt unter anderem auch das den Ausgang des Rhodes mit dem Verstärkereingang verbindende Kabel bei, dessen Kapazität Resonanzfrequenz und Güte des Tonabnehmers und somit den Klang in geringem Maße beeinflussen kann. Sinnvolle Messungen an Tonabnehmern sind nicht unaufwändig und führen zu unterschiedlichen Ergebnissen für verschiedene mögliche kapazitive Belastungen.[79] Dies soll jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit sein. Vielmehr wird der elektrische Teil bei der Untersuchung als Black Box gesehen. Die untrennbar zum Konzept gehörende Tonabnahme verändert die ursprünglichen Schwingungen stets und formt so auch erst den endgültigen Klang.

2.3 Musikalischer Einsatz und Klangästhetik

"Mit einem E-Piano [...] soll der Klang eines Klaviers reproduziert werden."[80] Dies war tatsächlich einer der ausschlaggebenden Wünsche bei der Entwicklung elektrischer Pianos; die Nachahmung von Klang und Spielweise wird häufig als deren Existenzgrund angeführt – so hatte eben auch Harold Rhodes einen Weg gesucht, für spezielle Unterrichtsanforderungen ein einfach zu bauendes, leichtes Instrument nach Art eines Klaviers zu konstruieren, und dabei die Klavierklangcharakteristik als Maßstab genommen (s. Kap. 2.2.1.2). Historisch ist die Aussage also korrekt, jedoch trifft es gerade für den Klang nicht mehr zu. Dieser hatte sich schon bald ästhetisch verselbständigt und ist seither nicht nur "in der Jazzmusik als eigenständige Klangfarbe recht beliebt"[81], oder hat, wie der Pianist und Sänger Ray Charles etwas drastischer formuliert, die musikalische Landschaft ähnlich einer Atombombe nachhaltig verändert.[82]

79 Lemme, Elektro-Gitarren-Sound, S. 70 – 80.
80 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 26.
81 Enders, Lexikon Musikelektronik, S. 90.
82 http://www.rhodespiano.com/history_1 htm.

2.3.1 Das Rhodes in der Musik

Mitte des 20. Jahrhunderts hatten gerade Pianisten in der populären Musik mit aus ihrer Sicht gravierenden Nachteilen des akustischen Pianos zu leben: zunächst seiner Unhandlichkeit und seinem Gewicht, was es äußerst aufwendig machte, ein eigenes Instrument für Live-Auftritte mit sich zu führen, zumal ein Klavier für solche Transporte auch nicht stimmstabil genug war. Wenn am Auftrittsort ein Klavier gestellt wurde, so war dies häufig ebenfalls verstimmt und schlecht gepflegt. Weiterhin kam die Lautstärke des akustischen Klaviers bereits in den fünfziger Jahren nicht mehr gegen die von Schlagzeug und elektrischer Gitarre an, eine Entwicklung, die sich mit zunehmender Elektrifizierung noch verstärkte.[83] "Ein tragbares elektrisches Piano […], das in einen Kofferraum passte und sich beim Transport nicht verstimmte"[84] würde alle genannten Probleme lösen.

Dies zeigt, dass die Hauptgründe für den Umstieg vom akustischen aufs elektrische Piano zunächst größtenteils praktischer Natur waren, wenngleich der Jazzpianist Earl Hines bereits 1940 mit einem frühen elektrischen Piano experimentierte, welches auf Ideen Benjamin F. Miessners basierte, allerdings eher die Nachteile des akustischen Klaviers mit denen zeitgenössischer Elektrotechnik verband.[85] Das erste elektrische Piano, was eine gewisse Verbreitung im Jazz erfuhr, war ab 1954 das *Wurlitzer EP 100* (vgl. Kap. 2.1.1).[86] Als früheste Aufnahmen gelten *A Call for all Demons* und *Medicine for a Nightmare* des Pianisten und Komponisten Sun Ra aus dem Jahre 1956.[87] Weite Bekanntheit erlangte der Wurlitzer-Sound mit Ray Charles' 1959 erschienenem Charterfolg *What'd I Say*. Das Instrument wurde auf Charles' Tourneen dieser Zeit auch live gespielt, unter anderem von Joe Zawinul, der dessen Klang schätzte. Die meisten Pianisten nutzten das Wurlitzer aber tatsächlich aufgrund seiner Kompaktheit und seines geringen Gewichtes und waren vom Klang und vor allem vom Anschlagverhalten eher enttäuscht.[88]

83 Koch, Piano, S. 983f.
84 Smith, Fender – ein Sound schreibt Geschichte, S. 234.
85 Koch, Piano, S. 984; vgl. Ungeheuer / Supper, Elektroakustische Musik, Sp. 1740.
86 Koch, Piano, S. 984; vgl. Vail, Vintage Synthesizers, S. 276.
87 http://www.astroblack.com. Veröffentlicht wurden die Aufnahmen allerdings erst Jahre später, vgl. Dickow, Sun Ra, S. 1170f.
88 Koch, Piano, S. 984.

Das akustische Klavier war als ästhetischer Maßstab zu jener Zeit noch zu gegenwärtig. Eine eigene Ästhetik des elektrischen Pianos konnte nur über einen längeren Zeitraum des Experimentierens entstehen und wiederum befruchtet allein von der Einsicht, dass gerade durch seinen besonderen Klang das Instrument ästhetisch eigen und so auch adäquat zu spielen war.

Joe Zawinul erkannte dies recht früh. Sein Aufstieg zu einem der kreativsten und profiliertesten Jazzpianisten und -komponisten begann Anfang der sechziger Jahre im Cannonball-Adderly-Quintett, und sein konsequenter und musikalisch sinnvoller Einsatz zunächst des Wurlitzer-Pianos und bald darauf des Fender Rhodes war bereits damals eine der wichtigsten Motivationen für andere Pianisten, sich mit elektrischen Pianos (und dem Rhodes im speziellen) auseinanderzusetzen. Die unter anderem hierdurch motivierten musikalischen Experimente führten gerade im Zusammenhang mit dem seit 1965 erhältlichen Rhodes gegen Ende der sechziger Jahre zu einer einschneidend neuen Variante des Jazz, dem Electric Jazz (Fusion Music, Rock Jazz) – die recht plötzliche Emanzipation des Rhodes zur selben Zeit ist demnach sowohl Grund als auch Folge dieser Entwicklung.[89]
Eine der bedeutendsten Keimzellen hierbei waren Miles Davis und die mit ihm arbeitenden Pianisten. Auf dem Titel *Stuff* seines 1968 veröffentlichten Albums *Miles In the Sky* war Herbie Hancock zum ersten Mal an einem Fender Rhodes zu hören.

> *"[...] es war Miles, der mich zu dem Instrument gebracht hat. Als ich eines Tages ins Studio kam, [...] suchte ich zunächst das akustische Piano [...]. Ich fragte Miles: 'Sag mal, was soll ich eigentlich spielen?' Darauf er: 'Oh, probier mal das Ding da drüben', und zeigte auf dieses Fender Rhodes-Piano. Das kannte ich zwar schon vom Sehen, hatte aber noch nie darauf gespielt. Ich dachte mir: 'Wie denn, ich soll mich mit diesem Spielzeug abgeben?' [...] Trotzdem stellte ich es an und fing an zu spielen. Was soll ich sagen: Ich liebte den Sound [...] 'Miles In The Sky' war also mein erstes Album, bei dem ich das Fender Rhodes einsetzte."*[90]

Gleichzeitig begann Davis, bei Aufnahmesessions mehrere elektrische Pianos (und auch Schlagzeuge) gleichzeitig einzusetzen. Die Ergebnisse dieser Arbeit

89 Gridley, Zawinul, Joe, S. 1322.
90 Anders, Herbie Hancock, S. 31.

sind auf den 1969 und 1970 erschienenen Alben *In A Silent Way* und *Bitches Brew* eindrucksvoll zu hören. Neben Chick Corea, Davis' festem Pianisten dieser Zeit, spielen auf *Bitches Brew* auch Joe Zawinul und Larry Young Fender Rhodes, bei den Titeln *Pharao's Dance* und *Spanish Key* sogar alle drei. Gerade dieses Album scheint beinahe alleine "im Jazz [...] eine neue Stilrichtung [...] umfassend konstituiert und ausgeprägt"[91] zu haben; es hat ohne Zweifel jedenfalls "die Versuche, Jazz und Rockmusik zu verbinden, auf ein neues Niveau"[92] gebracht und gleichzeitig den Rhodes-Sound als eines ihrer wesentlichen Attribute etabliert. "Alle Bands dieser Richtung spielen 'elektrisch' "[93], und das Rhodes wurde dadurch das am weitesten verbreitete elektrische Piano.[94] Selbst das *Fender Rhodes Piano Bass*, seit 1960 erhältlich und zunächst wenig beachtet, tauchte nun bisweilen in Bands anstelle eines Bass' auf. Es konnte, gerade über einen Bassverstärker gespielt, täuschend ähnlich klingen, wie auch Harold Rhodes selbst berichtete.[95] Die bekannteste Band, die das *Piano Bass* einsetzte, waren The Doors, deren Organist Ray Manzarek die Bassparts mindestens auf den ersten beiden Alben und auch live übernahm.[96]

Auf einem Großteil erfolgreicher Produktion der siebziger Jahre ist das Rhodes zu hören und fast jeder wesentliche Pianist oder Keyboarder dieser Zeit setzte es ein.[97] Freilich fand es diese Verbreitung ausschließlich in Jazz, Rock und Pop – in der populären Musik also, für die der Faktor Sound mit einer implizierten elektroakustischen Bearbeitung und Übertragung sowie in viel weiter gefassten, metaklanglichen Ausprägungen von zentraler Bedeutung ist.[98] Dass, wie Grimmer bemerkt, das Rhodes im Rock weniger verbreitet war[99], stimmt dann, wenn man etwas enger kategorisiert: im Jazz, im Funk, im Soul, in den afro-amerikanischen, popularmusikgeschichtlich eng zusammenhängenden Stilen also, ist das Rhodes deutlich häufiger als im Rock, tatsächlich auf sehr vielen Produktionen zu hören. Dies lässt sich unter anderem mit der besonderen Bedeutung erklären, die bereits das akustische Klavier für den Jazz und ver-

91 Lippegaus, Rock Jazz, S. 224.
92 Ebd.
93 Ebd., S. 238.
94 Davies, Rhodes, S. 244; vgl. Koch, Piano, S. 984 und Ruf, Lexikon Musikinstrumente, S.427.
95 Vail, Vintage Synthesizers, S. 266.
96 Ebd., S. 246 u. S. 266.
97 http://www.rhodespiano.com/history_2 htm.
98 Wicke / Ziegenrücker / Ziegenrücker, Handbuch der populären Musik, S. 502; vgl. Lippegaus, Rock Jazz, S. 240.
99 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 43.

wandte Stile hatte. Hingegen ist die Rockmusik im engeren Sinne klar (und jedenfalls mehr als Jazz, Funk, Soul) geprägt durch die elektrische Gitarre als deren prototypisches Instrument.[100] So wie für viele Rock-Genres der Klang einer übersteuerten und verzerrten E-Gitarre gleichsam konstituierende Funktion besitzt, gilt dies für das Rhodes in Funk und Soul, erscheint sein Klang hier als *signature sound*. Umgekehrt wurde es gerade im Jazz Rock besonders wirkungsvoll, als die Pianisten begannen, es eher gitarrenähnlich zu verwenden – hauptsächlich im Umgang mit seinem Klang und dessen selbstverständlicher Beeinflussung durch Effekte und Verstärker (s. Kap. 2.3.2), teils aber auch auf eine vom akustischen Klavier abweichende Spielweise bezogen. Gerade bei Pianisten des Jazz zeigte sich nämlich, dass die naive Übertragung des vom Klavier Gewohnten zu teils unausgewogenen Ergebnissen führte, bestimmte Voicings auf dem Rhodes verschwommen klangen.[101] Erst nach einer längeren Phase des Ausprobierens und Kennenlernens des Instruments hatte sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass das Rhodes eben nicht nur der praktische Bühnenersatz fürs Klavier, sondern ein ästhetisch eigenständiges Instrument sei, mit eigenen Ansprüchen, aber auch eigenen Möglichkeiten.

Der starke Fokus dieser Ausführungen auf den Jazz hat noch einen weiteren Grund: die eigentlichen Protagonisten des Rhodes entstammen fast ausschließlich diesem Feld, seien es Herbie Hancock (der 1973 auch eine Fender-Rhodes-Demonstrationsplatte mit vier seiner Kompositionen aufnahm, welche u.a. als Beilage der Jazzzeitschrift *Downbeat* erschien), Chick Corea und Joe Zawinul als die ersten drei des Rhodes im Jazz, sei es Billy Evans, der es in seinem lyrischen, kammermusikalischen Jazz als zusätzliche Farbe zum akustischen Klavier benutzt oder seien es Pianisten, die sich durchaus auch im Funk und Soul bewegen, wie etwa George Duke, Ramsey Lewis, Joe Sample, Lonnie Liston Smith, Patrice Rushen. Stevie Wonder und Billy Preston seien stellvertretend genannt als mittelbar im Jazz verwurzelte Rhodes-Spieler, Wonder besonders prägend im Funk und Soul, Preston hingegen auch als Live- und Studio-Pianist für Bands und Künstler des Rock, etwa The Beatles, The Rolling Stones und Eric Clapton.

100 Wicke / Ziegenrücker / Ziegenrücker, Handbuch der populären Musik, S. 201 u. S. 203f.
101 Koch, Piano, S. 984.

Das Fender Rhodes konnte sich also in der populären Musik etablieren, weil es Spielweise und Ausdrucksmöglichkeiten des akustischen Klaviers mit großer Mobilität und Praktikabilität einerseits und einer genuinen Anbindung an die elektroakustische Klangbearbeitung sowie einem eigenen, einzigartigen Sound andererseits verbindet. Waren es anfangs noch der einfache Transport und die Stimmstabilität, wurden bald die klanglichen Möglichkeiten das entscheidende Kriterium seiner Verwendung.

2.3.2 Der Rhodes-Sound

Der Klang des Fender Rhodes wird durchgängig als warm und glockig (bzw. hell, metallisch, ähnlich einer Celesta) beschrieben.[102] Welche akustischen Phänomene diese Wahrnehmung evozieren, wird anhand der Ergebnisse der Klanguntersuchung im vierten Kapitel der vorliegenden Arbeit diskutiert. Zunächst sollen weitere klangästhetische Betrachtungen folgen, die aus dem praktischen Einsatz des Rhodes resultieren.

Die auf den frühen Produktionen eingesetzen *Fender Rhodes Electric Pianos*, zu hören etwa auf den oben erwähnten Miles-Davis-Alben oder auch Marvin Gayes *I heard it through the grapevine*, unterschieden sich in ihrer Klangerzeugung leicht von den späteren Modellen (s. Kap. 2.1) und klangen deshalb vergleichsweise rau und glockig. Die anfängliche Unerfahrenheit der Pianisten mit dem Fender Rhodes, der seinem Klangerzeugungskonzept genuin innewohnenden elektroakustischen Übertragung und dem Einsatz von Verstärkern konnte einerseits durchaus in ungewollten Klangveränderungen und -verzerrungen resultieren, animierte andererseits aber zu naiven Experimenten mit den neuen Möglichkeiten. Gerade weil auch er das Rhodes zu Beginn mehr als Spielzeug denn als Instrument von der Güte eines akustischen Klaviers sah, versuchte etwa Chick Corea, einen speziellen Sound mittels diverser Effektgeräte zu erreichen.[103] Ähnlich äußert sich Herbie Hancock:

> *"Nun, als ich meine erste eigene Band zusammenstellte, fand ich das 'Maestro Echoplex' [...], ein paar Wah Wah-Pedale und ein paar andere Teile, die ich an*

102 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 27; Ruf, Lexikon Musikinstrumente, S. 427; Koch, Piano, S. 984; Wicke / Ziegenrücker / Ziegenrücker, Handbuch der populären Musik S. 169; Sauer, Fender Rhodes, S. 58.

103 Sabbatini, Chick Corea.

das Instrument anschloss. Dazu musste ich das Top abnehmen und die Kabel mit den Devices verbinden. Von dort ging es dann wieder zurück zum Rhodes-Piano. Das sah wirklich ziemlich futuristisch aus."[104]

Die Verwendung von Gitarreneffektpedalen und -verstärkern bot schier unerschöpfliche Möglichkeiten, den Grundklang zu bearbeiten und verfremden. Besonders problemlos war dies bei den *Stage*-Modellen möglich, deren Signalkette Instrument – Effektpedale – Verstärker genau der elektrischer Gitarren entsprach. Für die *Suitcase*-Rhodes, für die von Anfang an auch der durch den eingebauten Tremolo-/Autopan-Effekt modulierte Klang charakteristisch war, machte das Konzept der internen Verstärkung und Lautsprecher bei den frühen Modelle hingegen die von Hancock beschriebene Bastellösung nötig. Derartige Probleme waren jedoch durchaus Ansatzpunkte für fruchtbare Weiterentwicklungen des Instruments.

"[...] ich erinnere mich noch, als Harold Rhodes zu einem meiner Gigs kam. [...] Harold starrte auf sein Instrument, das ich so völlig entstellt und wirr verkabelt hatte. Er sagte zu mir: 'Was zum Teufel machst du mit meinem Klavier?' Also habe ich ihm erklärt, worauf es mir dabei ankam. [...] 'Wahrscheinlich bin ich nicht der einzige Musiker, der es so benutzt – warum integrierst du nicht noch ein paar Outputs [...]?' Und das hat er getan. Genau wie einige weitere kleine Änderungen, die ich ihm [...] vorschlug. [...] Insofern habe ich meinen Teil zur Entwicklung des Gerätes beigetragen [...]"[105]

In der Tat wiesen die *Suitcase*-Modelle ab 1973 alle einen zusätzlichen Einschleifweg für externe Effekte auf.

Einen Überblick über die gängigen Varianten, ein Rhodes zu verstärken und abzunehmen, gibt Grimmer.[106] Zwei Gitarrenverstärker, die immer wieder als klassische Lösung für ein (*Stage*-)Rhodes genannt werden, sind der Fender Twin Reverb[107] und der Roland Jazz Chorus. Sehr häufig werden Modulationseffekte, beispielsweise Phaser, Chorus, Flanger, Tremolo (fürs *Stage* als externer Effekt) eingesetzt. Etwas rohere Klänge, wie sie eher im Electric Jazz üblich waren, ergeben sich durch Wah-Wah-Pedale oder mittels Hüllkurvenfolger modulierte Filter, Delays und Ringmodulatoren. Allein schon die Verwendung

104 Anders, Herbie Hancock, S. 31.
105 Ebd.
106 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 31f.
107 Siehe auch http://www fenderrhodes.com/models/amp.php.

verschiedener Verstärker- oder Vorverstärkermodelle und die bewusste Einstellung ihrer Parameter ermöglicht eine große Bandbreite an Klangfarben, von klar-glockig über leicht übersteuert bis hin zu stark verzerrt.

Die leichten Veränderungen und Verbesserungen der Klangerzeugung ab Anfang der siebziger Jahre (s. Kap. 2.1.5) änderten den spezifischen Klang nur geringfügig und machten ihn nun etwas weicher, dunkler, weniger glockig. Letztlich wurde der persönliche Rhodes-Sound aber nach wie vor wesentlich durch die gewissenhafte Einstellung der Klangerzeugungsmechanik (s. Kap. 3.4.6) in Verbindung mit eventuell verwendeten Effekten bestimmt. Dies waren auch die beiden Punkte, an denen Chuck Monte ansetzte, um seinen Dyno-Rhodes-Klang zu kreieren (s. Kap. 2.1.7). Dessen Basis war die penible Justierung der Klangerzeugung: die *Tines* wurden einerseits so nah wie möglich an die Tonabnehmer gebracht und andererseits vertikal so ausgerichtet, dass die Grundfrequenz eines Tons bei der Wandlung stark zurück- und die Obertöne deutlich in den Vordergrund traten. Der Klang wurde so wieder sehr glockig, hart, perkussiv. Ein eigener Vorverstärker mit angepasstem Equalizer konnte diese Charakteristik noch zusätzlich betonen. Daneben bot Dyno-My-Piano auch eigene Tremolo- und Chorus-Effektgeräte an, teils sogar zum Einbau in das Rhodes selbst. In der zweiten Hälfte der siebziger Jahre war der Dyno-Klang zunehmend häufiger zu hören und ab Anfang der achtziger schließlich war er für einige Zeit der prägende Rhodes-Sound.[108]

Selbst der Klang des *Rhodes Mark V Stage 73* entsprach eher diesem Ideal, wenn auch mit völlig anderem Ansatz: der im Vergleich zu den Vorgängermodellen wieder obertonreichere, deutlich glockigere Klang resultierte aus einer überarbeiteten Dämpfermechanik und bildete nach Rhodes' Ansicht nun also erst, nach langen Jahren des Experimentierens und Verbesserns, den eigenen, authentischen Klang seines Konzepts.[109]

Ab Mitte der achtziger Jahre verschwand der echte Rhodes-Sound dann für längere Zeit zumindest aus den Mainstream-Produktionen und war nur noch in spezielleren, gleichsam historischen Zusammenhängen zu hören, in Jazz-Spielarten etwa, die in der Tradition des Electric Jazz standen (so spielte Chick Corea beispielsweise sein mit MIDI ausgerüstetes *Mark V* bis weit in die neun-

108 http://www.fenderrhodes.com/history/dyno.php.
109 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 23.

ziger Jahre hinein – und damit bis in eine Zeit, in der eine regelrechte Renaissance des Rhodes und seines Klangs zu beobachten war, s.u.). Dies war nur zu einem geringen Teil Folge der eingestellten Produktion. Vielmehr waren beides Phänomene der Entwicklung von populärer Musik und Musikinstrumentenindustrie in dieser Zeit. Digitale Synthesizer und Sampler, die sowohl völlig neuartige Sounds erzeugen als auch akustische Klänge immer besser emulieren konnten (und in Live-Situationen viel leichter zu handhaben waren), faszinierten Musiker, Produzenten und Hörer. Gerade der 1983 auf den Markt gekommene Synthesizer Yamaha DX7 kreierte mit seinen mittels Frequenzmodulation synthetisierten Klängen, darunter nicht zuletzt viele am (Dyno-)Rhodes-Klang orientierte E-Piano-Sounds, in der populären Musik eine ganz eigene neue Klangästhetik, die zahlreiche Produktionen der nächsten Jahre bestimmen sollte.[110] Erst ein knappes Jahrzehnt später war der originale Rhodes-Sound wieder vermehrt zu hören und das inzwischen ausschließlich auf dem Gebrauchtmarkt erhältliche Instrument plötzlich ein gesuchter Klassiker.

2.3.3 Renaissance des Rhodes

Die Wiederentdeckung des Fender Rhodes als ein Phänomen der komplexen Weiterentwicklung und Ausdifferenzierung der populären Musik in immer mehr und sich schneller ablösende und wiederum weiterentwickelnde Stile soll im Folgenden lediglich kurz anhand grober, kaleidoskopartig aufgeführter Schlagworte nachgezeichnet werden.

Neben den oben erwähnten Jazz-Strömungen und auch relativ stringenten Entwicklungssträngen des jazzbeeinflussten Funk und Soul in die neunziger Jahre hinein und bis heute ist das Rhodes und sein Klang zu einem großen Teil im Umfeld der populären elektronischen Musikstile und des Hip-Hop, über den Umweg des Samplings, wieder in den Fokus gelangt. So war der Sound älterer Jazz-, Soul- und Funkaufnahmen durchaus prägend für den Hip-Hop. Eine regelrechte Samplingkultur intensivierte solche Phänomene, was wiederum Grundlage für Stile wie den sich in Großbritannien herausbildenden Trip-Hop war, der als "Rebirth of the Cool"[111] eine Art Fusion Music der neunziger Jahre, die Verschmelzung von Hip-Hop und Jazz, darstellte. Grimmer schlüsselt eini-

110 Vgl. Grimmer, Das Fender Rhodes, S.43.
111 Reynolds, Energy Flash, S. 320.

ge weitere Stile auf, die in diesem Kontext von Bedeutung sind.[112] Auffällig ist dabei das nahezu immanente Bestreben aller dieser Strömungen, sich auf den Jazz zu beziehen. So problematisch dies auch sein mag, beweist es unter diesem Blickwinkel jedenfalls die Bedeutung des Rhodes-Klangs als *signature sound* – einige jazzige Voicings auf einem Rhodes gespielt scheinen die Verwurzelung jener Stile im Jazz bereits hinreichend zu legitimieren, mehr noch: der Klang des Rhodes i s t bereits (elektrischer) Jazz und erst er prägt, eingebettet in ein vielschichtiges Referenzsystem, den Sound dieser Stile.[113] Eine von ihm als Hörempfehlung angebotene Auswahl solcher neueren Produktionen, für die der Klang des Fender Rhodes essentiell ist, hat Grimmer skizzenhaft nach dessen musikalischer Verwendung analysiert.[114]

Wenn von der Renaissance des Rhodes-Klangs die Rede ist, dann darf nicht vergessen werden, dass dieser inzwischen mittels zweier unterschiedlicher digitaler Klangsynthesekonzepte – Multi-Sampling und Physical Modelling – in sehr guter Qualität emuliert werden kann. Implementiert in unterschiedliche Hard- und Softwarelösungen steht so der Rhodes-Sound auch ohne das Originalinstrument problemlos spielbar zur Verfügung.
Beim Multi-Sampling werden so viele klangbestimmende Audiosignale wie möglich einzeln aufgezeichnet, um später durch intelligentes Anordnen und Abspielen dieser Einzelsignale ein relativ realistisches Klangbild zu erzeugen. Bei einem *Rhodes Stage 73* beispielsweise würden die ausgehaltenen Töne aller 73 Tasten bei jeweils verschiedenen Anschlagstärken über ihre gesamte Dauer direkt über den Ausgang getrennt aufgenommen und zusätzlich für jeden Einzelton eventuell noch einmal ein Signal vom Beginn des Abdämpfens bis zum völligen Verstummen. Sorgfältig geschnitten und in einem Sampler gemappt können nun durch Spielen auf einer MIDI-Tastatur beim Tastendruck die jeweils korrekten Samples für die einzelnen Töne und Anschlagstärken abgespielt sowie beim Loslassen der Taste gestoppt und gleichzeitig durch die Dämpfungsphase ersetzt werden. Gerade bei heutigen Prozessorleistungen und vor allem Speicherkapazitäten sind Umfang und Größe des Ausgangsmaterials kaum mehr Grenzen gesetzt. Der Nachteil dieses Ansatzes bleibt trotzdem die

112 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 44f.
113 Vgl. Wicke / Ziegenrücker / Ziegenrücker, Handbuch der populären Musik, S. 502.
114 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 47 – 52.

distinkte Auflösung, die Stufigkeit etwa bei der Dynamik, die Modulationen unnatürlich und statisch wirken lassen kann.
Eine ganz andere Idee steht hinter dem Physical Modelling. Hierbei wird versucht, die physikalischen Vorgänge während der Klangerzeugung in einen Algorithmus zu fassen, die Klangerzeugung selbst also samt ihrer Modulationsfähigkeiten, Beeinflussungen, Rückkopplungen und Extremzustände digital nachzubilden. Für das Rhodes setzt dies Kenntnisse über Konstruktion und Mechanik seiner Klangerzeugung voraus, über das Schwingungsverhalten der *Tines*, über die Phänomene bei Anschlag und Dämpfung. Der entstehende Klang ist letztlich das Ergebnis komplexer Berechnungen. Diese profitieren natürlich ganz besonders von hohen Prozessorleistungen, und deshalb ist Physical Modelling erst vergleichsweise spät für die Praxis bedeutsam geworden. Seine Vor- und Nachteile erscheinen verglichen mit dem Sampling genau vertauscht: die Modulationsfähigkeit seines Klanges ist enorm und äußerst realistisch, ein Einzelton selbst klingt allerdings nach wie vor weniger authentisch.
Zwei aktuelle Software-Produkte seien als Beispiel für die Verwendung jeweils eines dieser Verfahren kurz angeführt: *Elektrik Piano* der Berliner Software-Instrumenten-Firma Native Instruments nutzt Multi-Samples, um die Klänge verschiedener Rhodes-Modelle zu reproduzieren. Auf Physical Modelling hingegen setzt der kanadische Hersteller Applied Acoustic Systems mit seinem auf Rhodes-Klänge spezialisierten *Lounge Lizard*.
Neben den reinen Software-Instrumenten existieren auch Hardwarelösungen oder Mischformen, welche nahezu ausschließlich auf dem Multi-Sample-Konzept basieren. So bieten Digitalpianos und digitale ROM-Synthesizer fast immer einige Rhodes-Presets. Weiterhin existieren diverse Rhodes-Sample-Bibliotheken, deren Möglichkeiten sich mittels Hard- oder Softwaresamplern erschließen. Grimmer gibt anhand dieser musikpraktischen Einteilung einen genaueren Überblick über die einzelnen Hersteller und Produkte.[115]

In heutigen Produktionen existieren echte und emulierte Rhodes-Sounds nebeneinander, und in vielen Situationen, gerade bei stärker effektbeeinflussten Klängen, ist praktisch nicht mehr zwischen Original und Emulation zu unterscheiden. Auch sind Rhodes-Pianos (derzeit) nur gebraucht und somit nicht in

115 Grimmer, Das Fender Rhodes, S. 53 – 76.

großen Mengen und vor allem zu nicht unerheblichen Summen erhältlich. Vergleichsweise preiswerte Software-Lösungen lassen sich überdies viel problemloser ins digitale Studio integrieren, Digitalpianos wiederum haben praktische Vorteile durch noch höhere Mobilität und Stimmstabilität und noch weniger mechanische und somit reparaturanfällige Bauteile.

Spielt das echte Fender Rhodes in der Musik deshalb "heute kaum noch eine Rolle"?[116] Unwiderruflich wohl nicht. Denn erstens hat dessen Klang eine Reihe bedeutender Produktionen geprägt. Zweitens setzt gerade dieser Klang nach wie vor den Maßstab, den alle Emulationen zu erreichen suchen. Und drittens lässt sich das elektroakustische Fender Rhodes E-Piano derzeit nur genauso befriedigend emulieren wie rein akustische Instrumente. Beim Original wird der Klang eben nicht als ein unter gleichen Prämissen stets identischer Strom digitaler Werte ausgelesen, fungiert die Tastatur nicht als elektronischer Spieltisch, kann die Dynamik nicht doch nur diskret sein. Über ein traditionelles Manual mit mechanischer Übersetzung wird der Klang hier akustisch erzeugt – mit all seinen Unzulänglichkeiten, Nebengeräuschen, Fehlerquellen, Inhomogenitäten, aber auch mit der nur so möglichen stufenlosen Spieldynamik, der unmittelbaren Rückkopplung, der Modulationsfähigkeit.

116 Wicke / Ziegenrücker / Ziegenrücker, Handbuch der populären Musik, S. 169.

3 Akustische Untersuchung

In diesem Teil soll das Fender Rhodes E-Piano hinsichtlich seiner klanglichen Eigenschaften untersucht werden. Dabei sind zunächst einige Vorbemerkungen und Einschränkungen zu treffen, bevor die Untersuchungsparameter im Einzelnen erläutert werden können. Im Anschluss daran werden der Versuchsaufbau vorgestellt und schließlich die Ergebnisse der Untersuchung gezeigt.

Bei instrumentenakustischen Untersuchungen werden im Allgemeinen die physikalischen Aspekte der Klangerzeugung mit den Einflussmöglichkeiten darauf und die Schallabstrahlung einschließlich Klangeigenschaften und Richtcharakteristika analysiert.[117] Der Klangerzeugungsmechanismus des Rhodes und dessen grundlegende physikalische Eigenschaften wurden bereits in Kapitel 2.2 eingehend besprochen. Noch tiefergehende Betrachtungen etwa der Tastaturmechanik und der Hämmer sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erfolgen, bedeutete dies doch einen erheblichen Aufwand, da hierbei einerseits definierte Anregungsgrößen und also -automaten verwendet werden müssen, andererseits zur Gewinnung genauerer Maße und Gewichte eine Zerlegung des Instruments unabdingbar scheint. Auch die speziellen Eigenschaften des elektrischen Teils sollen nicht weiter vertieft werden, sondern dieser in der folgenden Untersuchung als Black Box gelten, der die Schwingungen wandelt und auf immer gleiche Art und Weise beeinflusst.
Richtungsabhängigkeiten wiederum treten bei der Schallabstrahlung nahezu aller Schallquellen, also akustischer Musikinstrumente, Stimmen, aber auch Lautsprecher auf; überhaupt muss die Luftschallabstrahlung stets zusammen mit den Eigenschaften des umgebenden Raums betrachtet werden. Es ist daher bereits ein großer Unterschied, ob der Klang des Rhodes etwa mittels eines Gitarrenverstärkers oder via Direktanschluss über ein PA-System verstärkt und wiedergegeben wird. Allerdings werden die Richtcharakteristik und alle weiteren für die Luftschallabstrahlung wichtigen Effekte hierbei eben nicht vom Rhodes selbst, sondern von der Art der Verstärkung und vom Raum bestimmt. Bei den *Suitcase*-Modellen mag man durchaus den Unterbau samt eigener Verstärkung und Lautsprechern als obligatorischen Teil des Instruments sehen und

117 Meyer, Musikalische Akustik, S. 123.

die Luftschallabstrahlung als Ausgangspunkt nehmen, wie es Martin bei einer frühen vergleichenden Messung der Ausschwingzeit für ein nicht näher spezifiziertes elektronisches Piano getan und zusätzlich deren Abhängigkeit von der Verstärkung bestimmt hat.[118] Eventuell hatte das von ihm untersuchte Instrument im Pianogehäuse fest eingebaute Lautsprecher und keine Möglichkeit, Signale elektrisch abzugreifen. Selbst ein *Suitcase* jedoch lässt sich auch getrennt vom Unterbau spielen und verstärken und beim *Stage* ist eine instrumenteneigene Verstärkung und Schallabstrahlung gar nicht vorgesehen. Eine Einbeziehung dieser Faktoren für den über den elektroakustischen Weg erzeugten Schall ist also bei einer ausschließlichen Betrachtung des eigentlichen Instruments unsinnig. Ebenso ist die Analyse des direkt abgestrahlten Luftschalls fruchtlos, weil dieser in der Praxis kaum Bedeutung hat. Bei Untersuchungen des Fender Rhodes und ähnlicher elektroakustischer Instrumente (so auch E-Gitarren) müssen aufgrund ihres Konzepts also gänzlich andere Prämissen beachtet und angelegt werden als für akustische Instrumente. Bei Klavieren beispielsweise ist der Resonanzboden aufgrund seiner wesentlichen Bedeutung bei der Luftschallabstrahlung und damit einhergehender klangprägender Eigenschaften ein zentrales Forschungsfeld, welches für das Rhodes bedeutungslos ist.

Die vorliegende Arbeit wird sich folglich auf die Untersuchung der unmittelbar den Klang betreffenden akustischen Eigenschaften des Rhodes und deren Abhängigkeit von den primären Einflussmöglichkeiten des Spielers beschränken – auf das Klangbild des Instruments also, welches aufgrund der oben erwähnten Umstände direkt anhand des elektrischen Ausgangssignals bestimmt werden soll.

3.1 Das Klangbild eines Instruments

Ein von einem Instrument erzeugter musikalischer Ton ist aus akustischer Sicht in aller Regel ein Klang.[119] Die bei der Wahrnehmung desselben grundlegenden drei Parameter Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe können nach Meyer als

118 Martin, Decay Rates of Piano Tones.
119 Zur Problematik der akustischen vs. der musikalischen Terminologie siehe Dickreiter, Handbuch der Tonstudiotechnik, S. 53f.

dreidimensionales Modell dargestellt werden, welches nun wiederum auf die akustischen Faktoren, die die Wahrnehmung hervorrufen, übertragen den gesamten Schallvorgang dieses Klangs, das Klangbild, repräsentiert.[120] Der komplexe Zusammenhang zwischen den objektiv-akustischen Größen und den auditiven Wahrnehmungsgrößen stellt dabei ein eigenes Problem dar und soll hier nicht diskutiert werden.[121] Für das Klangbild reicht die Beschränkung auf die akustische Ebene, weil eine einfache Zuordnung der Wahrnehmungsgrößen zu den objektiven Parametern in der Praxis zufriedenstellend möglich ist. Das Klangbild zeigt den Klang als sich zeitlich verändernden, durch Anzahl und Stärke einzelner Teilschwingungen geprägten Schwingungsvorgang.

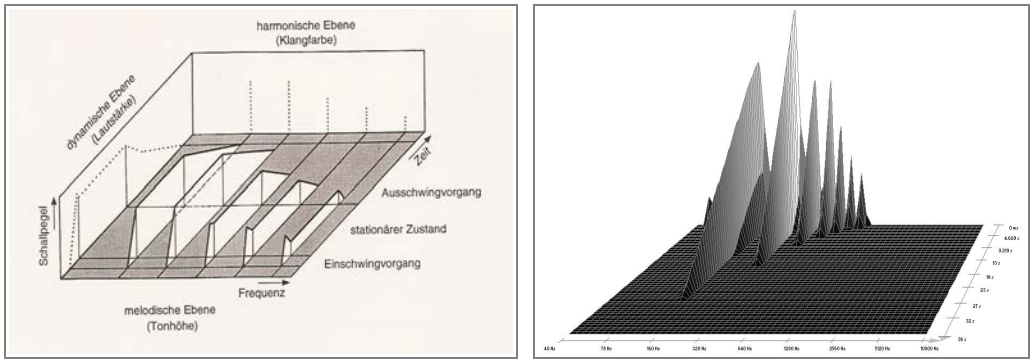

Abb. 3.1: Modellvorstellung des Klangbildes und reales Klangbild des *mf* gespielten Tons c (f_1 ~ 131 Hz) des Rhodes. Die Richtung der Zeitachse ist hier umgekehrt.

Für genauere Analysen ist es sinnvoll, die Dreidimensionalität des Klangbildes zu verlassen und die einzelnen Ebenen gesondert zu betrachten. Der Schallpegelverlauf über die Zeit wird als dynamische Ebene bezeichnet und verdeutlicht die Zeitstruktur des Klangs. Die melodische Ebene ist der Frequenzverlauf über die Zeit, der auf Änderungen innerhalb des Klangverlaufs schließen lässt. Der Schallpegel über die Frequenz aufgetragen bildet schließlich als harmonische Ebene das Frequenzspektrum des Klangs zu einem bestimmten Zeitpunkt. Hiervon ausgehend können nun die einzelnen Größen aufgestellt werden, die für die Untersuchung des Rhodes relevant sind; Grundlage dafür sind hauptsächlich die Ausführungen Meyers.[122]

120 Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 27.
121 Siehe hierzu etwa Ellermeier / Hellbrück, Hören – Psychoakustik – Audiologie, S. 52 – 76.
122 Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 29 – 44; Meyer, Musikalische Akustik, S. 127 – 156.

3.2 Parameter der Klanganalyse

3.2.1 Ambitus

Der Tonumfang des zu untersuchenden Instruments ist bereits in Kapitel 2.2.1.3 genannt worden. Er zählt auch nicht zu den Klangeigenschaften im engeren Sinne, sondern ist insofern von Interesse, als er einen Bereich für die auftretenden Grundfrequenzen eingrenzt.

3.2.2 Zeitstrukturen

Der Zeitverlauf des Klangs ergibt sich aus der Analyse der dynamischen Ebene des Klangbildes. Eine impulshafte Schwingungsanregung führt, im Gegensatz zu einer kontinuierlichen, nicht zur Herausbildung eines quasistationären Klangabschnitts. Die durch den Anregungsimpuls übertragene Energie wird im sich unmittelbar an die kurze Einschwingphase anschließenden längeren Ausschwingvorgang abgegeben. Eine solche transiente Charakteristik ist eines der klanglichen Hauptmerkmale von geschlagenen und gezupften Instrumenten und mithin auch des Fender Rhodes.

3.2.2.1 Einschwingzeit und Klangeinsatzzeit

Die Einschwingzeit t_E ist der Zeitabschnitt, in dem sich der Klang vom Zeitpunkt der Schwingungsanregung t_0 bis zu seinem Amplitudenmaximum t_{max} entwickelt. Besonders die Definition dieses Endpunktes ist hierbei wichtig. Das tatsächliche Intervall $t_E = t_{max} - t_0$ kann bei Schlaginstrumenten gemessen werden. Bei Instrumenten mit kontinuierlicher Klanganregung ist t_{max} nur sehr ungenau zu bestimmen, hier wird t_{-3}, wo die Signalhüllkurve gerade einen um 3 dB niedrigeren Wert als im eingeschwungenen quasistationären Zustand erreicht, als Endpunkt herangezogen. Melka hat diesen Wert, der besseren Vergleichbarkeit der Saiteninstrumente untereinander halber, auch für Einschwingzeitmessungen an Flügel, Harfe und gezupften Streichern bevorzugt, obgleich der Zeitpunkt t_{max} für alle Instrumente mit impulshafter Anregung zunächst

ebenso sinnvoll scheint.[123] Für sie – und damit für das Rhodes – ist aber praktisch der erste Amplitudenbetrag, der um nicht mehr als 3 dB vom Maximalpegel abweicht, als Grenze der Einschwingzeit anzusehen, um unsinnige Messergebnisse zu vermeiden, da die eigentliche maximale Amplitude häufig erst zu einem Zeitpunkt auftritt, an dem die Hüllkurve keine signifikanten Pegeländerungen mehr erfährt. Die Einschwingzeit des Rhodes soll also nach $t_E = t_{-3} - t_0$ bestimmt werden.

In seine Untersuchungen akustischer Instrumente hat Melka auch diejenigen Teile des Signals mit einbezogen, die nicht die eigentlichen tonalen Schwingungen bilden, aber mit der Klangentstehung unmittelbar einhergehen, wie etwa beim Klavier der Fingeranschlag auf die Taste, und die letztlich gemessene Zeit Klangeinsatzdauer genannt.[124] In der vorliegenden Arbeit soll sie als Klangeinsatzzeit t'_E bezeichnet werden, da die Dauer in der Akustik im Allgemeinen als auditive Größe gilt (vgl. Kap. 3.2.2.2). Gemessen wird die Klangeinsatzzeit nach $t'_E = t_{-3} - t'_0$, wobei t'_0 ein Zeitpunkt vor der eigentlichen Schwingungsanregung ist, an dem ein bereits mit dem Klangerzeugungsvorgang zusammenhängendes Signal beobachtet werden kann. Der Parameter t'_E ist weniger robust als die Einschwingzeit t_E, aber für den Klang des Rhodes durchaus von gewisser Bedeutung, wie später zu sehen sein wird.

Bei der Messung des Gesamtpegels bezieht sich die Einschwingzeit auf die am stärksten vorhandenen Teilschwingungen. Deren zeitliche Entwicklung und auch die möglicherweise davon abweichende anderer Partialschwingungen ist charakteristisch für das Klangbild eines Instruments und kann bei vielen durch die Spielweise beeinflusst werden, da mit zunehmender Härte des Tonansatzes die höheren Teilschwingungen im allgemeinen schneller einschwingen können. Die impulshafte Schwingungsanregung des Rhodes stellt allerdings in jedem Fall eine maximale Unstetigkeit im Zeitverlauf dar, ein weicher Tonansatz existiert hier nicht und es sind diesbezüglich keine größeren Beeinflussungen möglich.[125] Das kontinuierliche Frequenzspektrum dieser Unstetigkeit spielt hingegen bei der Färbung dieser frühen Phase eines Klangs eine Rolle.

123 Melka, Messungen der Klangeinsatzdauer von Musikinstrumenten.
124 Ebd., S. 110.
125 Vgl. ebd., S. 116.

3.2.2.2 Ausschwingzeit

Aufgrund der oben erwähnten transienten Zeitstruktur ist das Klangbild hier besonders vom Ausschwingvorgang geprägt, da dieser die eigentliche Klangdauer bestimmt und sich mit seinem Verlauf das als Klangfarbe wahrgenommene charakteristische Frequenzspektrum ausbildet und verändert.

Analog zur Nachhalldauer und -zeit der Raumakustik werden beim Ausklingen eines Instruments ebenfalls Dauer und Zeit unterschieden. Die Ausschwingdauer ist dabei das auditive Maß der Hörbarkeit des Vorgangs, bis der Klang vom umgebenden Störschall verdeckt wird. Sie ist damit auch von der Intensität des Klangs abhängig. Eine objektive Größe ist die Ausschwingzeit t_A, die deshalb für die Untersuchung ungleich wichtiger ist und überhaupt erst Vergleiche möglich macht. Sie ist diejenige Zeit, in der der Pegel gegenüber seinem Anfangswert, in diesem Falle also t_{max}, um 60 dB absinkt: $t_A = t_{-60} - t_{max}$. Auch t_A bezieht sich auf die stärksten Teilschwingungen, wenn der Gesamtpegel betrachtet wird, und kann hierbei ohne Frequenzbewertung mittels eines einfachen Zahlenwertes dargestellt werden. Da der Pegel linear abfällt, kann die Ausschwingzeit überdies aus einer Messung eines Teilbereiches einfach berechnet werden. Allerdings können durchaus verschieden steile lineare Abschnitte im Ausschwingen auftreten. Bei akustischen Klavieren etwa folgt auf eine steile anfängliche Ausschwingphase eine deutlich flachere, für die jeweils eigene Zeiten t_{A1} und t_{A2} angegeben werden. Die Anfangsausschwingzeit wird hier analog zur Early-Decay-Time der Raumakustik anhand des Pegelabfalls um die ersten 10 dB, also nach $t_{A1} = (t_{-10} - t_{max})\cdot 6$ bestimmt. Nach der Knickstelle des linearen Abfalls wird dann t_{A2} wiederum auf einen Pegelabfall von 60 dB bezogen. Ist keine distinkte Anfangsausschwingzeit festzustellen, so gilt t_{A2} für den gesamten Ausschwingvorgang.[126]

Bei der praktischen Messung des Ausschwingzeit des Rhodes wird hauptsächlich t_{A2} nach der gleichfalls in der Raumakustik für die Nachhallzeit geltenden Norm $t_{A2} = (t_{-30} - t_{-5})\cdot 2$ bestimmt. Nur bei einigen Tönen treten tatsächlich verschieden steile Pegelabfälle auf, wobei t_{A1} allerdings relativ schwach ausgebildet ist, so dass ein Pegelunterschied von 10 dB hier nicht gemessen werden

126 Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 90f; Martin, Decay Rates of Piano Tones.

kann. Um aber trotzdem zunächst die Tendenz aufzuzeigen und um das Verfahren nachvollziehbar zu halten, soll hierbei der Pegelunterschied zwischen dem als Grenze der Einschwingzeit gesetzten Punkt t_{-3} und der Knickstelle des Pegelabfalls t_G ausgewertet werden: $t_{A1} = (t_{-3} - t_G) \cdot 60/\Delta L$. In diesem Fall wird t_{A2} anhand des Pegelabfalls um 30 dB von der Knickstelle aus nach $t_{A2} = (t_{G-30} - t_G) \cdot 2$ berechnet.

3.2.3 Frequenzstrukturen

Die Betrachtung der harmonischen Ebene des Klangbildes führt zu den Frequenzspektren, die die Verteilung der Schallenergie pro Tonhöhe auf die einzelnen Partialschwingungen abbilden und mithin äußerst wichtig bei der Klanganalyse eines Instruments sind. "Informationen über spieltechnische Details und damit über die Intentionen des Spielers"[127] können ihnen ebenfalls entnommen werden. Dies interessiert für die vorliegende Arbeit unter dem Gesichtspunkt, als diese Beeinflussungen ja im Grunde Auslotungen der klanglichen Möglichkeiten des Instruments darstellen, welche nichts anderes als dessen Klangeigenschaften sind. Eine grundlegende Möglichkeit, den Rhodes-Klang intentional zu beeinflussen, ist die Spieldynamik, so dass die Spektren stets die Dynamik widerspiegeln und für deren Analyse relevant sind. Charakteristische Klangspektren können während des Ausklingens gewonnen werden, da hier für sehr "kurze Zeitspanne[n] näherungsweise quasistationäre Verhältnisse"[128] angenommen werden. Allerdings kann der wie oben erwähnt stark vom (Ausschwing-)Zeitverlauf geprägte Rhodes-Klang durch nur ein Spektrum je Tonhöhe nicht hinreichend genau beschrieben werden.

Das individuelle Klangspektrum eines Instruments entsteht durch das Zusammenwirken der Schwingungsanregung, der Resonanzsysteme und des Abstrahlverhaltens. Letzteres wurde für die Untersuchung des Rhodes bereits ausgeschlossen, und nach den Ausführungen zur Klangerzeugung in Kapitel 2.2 bleiben als Resonanzsysteme die asymmetrischen Stimmgabeln mit ihren durch die *Tonebars* geformten Schwingungen der *Tines* und die elektromagnetische Tonübertragung. Die untere Grenze des Klangspektrums wird primär durch die

127 Meyer, Musikalische Akustik, S. 127.
128 Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 86.

Grundfrequenz der am Instrument gespielten Tonhöhe gebildet, darunter treten allenfalls geräuschhafte oder unstetige Komponenten auf, etwa während der Schwingungsanregung. Die obere Grenze ist weniger scharf zu definieren und beim Rhodes sowohl vom Betrachtungszeitpunkt während des Ausschwingens als auch von der Dynamikstufe abhängig. Die von Meyer vorgeschlagenen relativen Größen zum Vergleich verschiedener Instrumente – erstens derjenige Frequenzbereich, in dem der Pegel um maximal 10 dB niedriger als der der stärksten Teiltöne ist, zweitens der Pegelunterschied zwischen den stärksten Teiltönen und den Komponenten um 3000 Hz und drittens die Steilheit des linearen Pegelabfalls oberhalb dieses Bereichs[129] – können deshalb allenfalls unter Berücksichtigung jener beiden Parameter herangezogen werden.

Bei akustischen Instrumenten werden Resonanzen je nach gespielter Tonhöhe durch unterschiedliche Partialschwingungen angeregt und bilden so im Klangspektrum feste Frequenzbereiche mit starker Intensität, die je nach Lage vokalartige Klangfärbungen hervorrufen können. Schon bei Klavieren allerdings sind solche klangbeeinflussenden Formanten selten[130], beim Fender Rhodes werden sie bereits prinzipbedingt nicht erwartet. Allenfalls eine starke Resonanzüberhöhung der Tonabnahme könnte eventuell einen Formantbereich im Gesamtklang ausbilden.

3.2.4 Dynamik

Das Klangbild eines Instruments wird in hohem Maße durch die musikalische Dynamik beeinflusst, und zwar in zweierlei Hinsicht: erstens ändert sich mit ihr der Schallpegel und somit die wahrgenommene Lautstärke, zweitens wirkt sie sich auf das Frequenzspektrum aus. Der letztlich erzeugte auditive Dynamikeindruck ist allerdings von vielen Faktoren abhängig und nicht absolut auf die Anregungsgrößen rückführbar, so dass die Messung sich auch hier einerseits auf die rein akustischen Pegelunterschiede bezieht, andererseits jedoch die Testsignale durchaus praxisbezogen anhand der musikalischen Konvention, durch Einspielen mit *pianissimo* (*pp*), *mezzoforte* (*mf*) und *fortissimo* (*ff*), erzeugt werden können. Dabei wurden *pp* und *ff* beim Einspielen des Klangmate-

129 Meyer, Musikalische Akustik, S. 128.
130 Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 87.

rials praktisch als *ppp* und *fff* umgesetzt; die etwas weniger scharfen Bezeichnungen sollen die aufgrund der gewählten Herangehensweise jedoch erwarteten Schwankungen zwischen den Tonhöhen einfassen und gleichzeitig verdeutlichen, dass die tatsächlichen Grenzen der Spieldynamik durchaus noch etwas weiter außen liegen mögen. Gleichzeitig bilden die drei Dynamikstufen aber auch hinreichend distinkte Bereiche (im Gegensatz etwa zu einer Abstufung *mp – mf – f*), so dass fundierte Aussagen möglich sind.

Während der Pegelunterschied von *pp*- und *ff*-Einzelklängen derselben Tonhöhe bereits den grundsätzlichen Dynamikbereich umreißt, erlaubt die zusätzliche Betrachtung eines vollgriffigen *ff*-Akkords der Mittellage die Bestimmung der maximalen Dynamik. Dabei werden in beiden Fällen die Spitzenpegel ausgewertet. Für die Spielpraxis repräsentative Aussagen sind anhand der Aufnahmen ebenfalls *pp* und *ff* eingespielter zweistimmiger Tonleitern über zwei Oktaven zu gewinnen, vor allem, wenn dabei der RMS-Pegel, also der quadratische Mittelwert des Signals, analysiert wird. Dieser entspricht eher der Lautstärkewahrnehmung und wird auch bei akustischen Instrumenten als Schallleistungspegel herangezogen. Durch eine weitere Mittelung über den gesamten Zeitverlauf der Tonleiter wird auch gleichzeitig die im Allgemeinen vorhandene Tonhöhenabhängigkeit der Dynamik ausgeglichen.

Neben den Pegelunterschieden und der daraus folgenden Wahrnehmung unterschiedlicher Lautstärken hat die Dynamik ebenfalls großen Einfluss auf das Frequenzspektrum, wie anhand der nach Kapitel 3.2.3 aufgezeichneten Spektren verschiedener Töne in den erwähnten Dynamikstufen gezeigt werden soll. Ähnlich dem Zeitverlauf wird auch der Gesamtpegel durch die stärksten Teilschwingungen bestimmt. Für vergleichende Aussagen schlägt Meyer vor, dynamische Veränderungen hoher Frequenzanteile zu jenen in Beziehung zu setzen.[131] Dieser *dynamische Klangfarbenfaktor* = ΔL_{3000} / 1 dB veranschaulicht die Änderung des Frequenzbereichs um 3000 Hz bei einer Pegeländerung der stärksten Teilschwingungen um 1 dB. Folglich ist er allerdings vergleichsweise aufwendig und im Grunde nur unter Zuhilfenahme einer automatisierten Anschlagvorrichtung zu messen. Des Weiteren kann er wiederum nicht ohne Rücksicht auf das Ausschwingverhalten bestimmt werden. Bei der Klangunter-

131 Meyer, Musikalische Akustik, S. 145.

suchung im Rahmen dieser Arbeit soll er deshalb nicht primär Beachtung finden.

Es sei noch erwähnt, dass der *Volume*-Regler des Rhodes natürlich die Amplitude des Ausgangssignals und somit letztlich die wahrgenommene Lautstärke ebenfalls beeinflusst. Dabei bildet die Stellung des Potentiometers eine Obergrenze, unterhalb derer sich die Spieldynamik und deren Pegelunterschiede ereignen. Ein Klang kann so in seiner Stärke demnach weiter verringert werden, bis er von Nebengeräuschen verdeckt wird oder gar unter die Hörschwelle fällt. Allerdings beeinflusst diese Regelung eben die Amplitude der Gesamtschwingung, lässt also das Klangspektrum unbeeinflusst und hängt nicht mit der eigentlichen, den akustischen Teil der Klangerzeugung auszeichnenden Spieldynamik zusammen, so dass diese Möglichkeit der Pegeländerung für die Messung nicht relevant ist.

3.3 Versuchsaufbau

Die Messung der Klangeigenschaften wurde an einem *Rhodes Mark I Stage 73* aus dem Jahr 1975 vorgenommen, einem Modell aus der Hochphase von Produktion und musikalischem Einsatz also, welches mit seinen Holz-Kunststoff-Hybridhämmern und genau der in Kapitel 2.2 dargelegten Klangerzeugung für eine exemplarische Untersuchung geeignet scheint. Das Instrument befindet sich im Originalzustand und wurde vom Autor vor einigen Jahren gestimmt. Allerdings wird es, wie offenbar auch in den Jahren zuvor, regelmäßig auf Konzerten gespielt und die Klangerzeugung befindet sich nicht in einem fabrikneuen, sorgfältig eingestellten Zustand. Die beiden untersten *Tines* etwa sind abgebrochen, so dass der tiefste spielbare Ton das Kontra-Fis ist, und aufgrund einiger verformter *Grommets* sind die Positionen der einzelnen *Tone Generators* zu den Tonabnehmern nicht ganz homogen. Eine exemplarische Untersuchung wird dadurch aber nicht entwertet, denn sie soll sich ja ohnehin den Grenzen der Klangmöglichkeiten nähern.

Der ursprünglich geplante Ansatz, das Untersuchungsinstrument direkt an den Hochimpedanzeingang des vewendeten Audiointerfaces, eines *M-Audio Fasttrack*, anzuschließen, um verfälschende Einflüsse auf die Signale so gering

wie möglich zu halten, erwies sich als ungeeignet. Aufgrund der fehlenden regelbaren Vorverstärkung dieses Eingangs hätte sich ein zu geringer Signal-Geräusch-Abstand mit besonders negativen Auswirkungen auf die Auswertung von leisem Material mit geringem Pegel ergeben. Deshalb wurde das Ausgangssignal des Rhodes über eine passive DI-Box angepasst und symmetriert und über den Mikrofoneingang des Interfaces vorverstärkt. Gewandelt mit 48 kHz / 24 bit und über den USB in die DAW geschickt, wurde es jeweils als monophone Wave-Datei mit 48 kHz / 32 bit aufgezeichnet. Hierbei und beim anschließenden Schnitt der Signale kam die Software *Samplitude* zum Einsatz. Insgesamt wurden folgende Klangproben aufgenommen:

- Eine Auswahl verschiedener Einzeltöne über den gesamten Tonumfang des Instruments: Kontra-Fis, Kontra-B, Cis, F, Gis, c im Bass, g, d', a', e'' in der mittleren Lage und d''', a''', e'''' im Diskant. Diese wurden über ihre gesamte auditive Dauer in den drei Dynamikstufen *pianissimo* (*pp*), *mezzoforte* (*mf*) und *fortissimo* (*ff*) aufgezeichnet, wobei zur Annäherung an die Grenzen praktisch *ppp* und *fff* angestrebt wurden (s. Kap. 3.2.4). Teilweise wurde aus mehreren Klangproben derselben Dynamikstufe diejenige für die weitere Untersuchung ausgewählt, die die geringste bzw. höchste Intensität aufwies. Aus diesen wichtigsten Klangproben lassen sich die Ein- und Ausschwingzeiten, die Frequenzspektren und verschiedene Aussagen über das Dynamikverhalten gewinnen.

- Ein vollgriffig *ff* gespielter $C^{\#9}$-Akkord der Mittellage und einige *ppp*-Töne in Bass und Diskant, um die maximale theoretische Dynamik als reinen Spitzenpegelunterschied zu bestimmen.

- Eine zweistimmige C-Dur-Tonleiter über zwei Oktaven, jeweils einmal *pp* und einmal *ff* gespielt, wobei im *pp* alle Töne noch hörbar ansprechen mussten. Der gemessene RMS-Pegelunterschied ist eine Annäherung an die spielpraktische Dynamik.

- Die *mf* gespielten Töne d und es sowie cis'' und d''. An diesen Stellen ändert sich jeweils die Härte des Hammerkopfes, und die auch auditiv wahrnehmbaren Auswirkungen dieser vergleichsweise abrupten

Änderung können anhand des Spektrums gedeutet werden. Die dritte Änderung von c''' zu cis''' ist praktisch nicht hörbar und wird deshalb nicht gesondert betrachtet.

- Die Töne Fis, cis und gis' in *mf* und *ff* und mit jeweils veränderter vertikaler *Tine*-Position vor dem Tonabnehmer, um den Einfluss dieser Manipulation auf den Klang nachzuweisen.

Das Lautstärkepotentiometer und der Klangsteller befanden sich in jedem Fall in der den Klang unbeeinflussenden Position. Innerhalb einer einzelnen Versuchsreihe wurde der Verstärkungsfaktor am Eingang des Interfaces nicht geändert, gegebenenfalls aber zwischen ihnen. Für die Aufzeichnung der Einzeltöne verschiedener Dynamikstufen über den Tonumfang beispielsweise wurde er so gewählt, dass *ff* gespielte Töne letztlich Pegel von -15 bis -5 dBfs aufwiesen. Hingegen musste beim vollgriffigen *fff*-Akkord für die Messung der maximalen Dynamik die Verstärkung deutlich reduziert werden, was in dieser Reihe die erneute Aufzeichnung einiger *ppp*-Töne nötig machte.

Die Auswertung und Visualisierung der einzelnen Klangproben geschah schließlich mit Hilfe der Softwares *Samplitude*, *Wavelab* und *Sigview*. Die Messung der Zeitstrukturen wurde dabei direkt am Zeitsignal in *Samplitude* vorgenommen. *Wavelab* dient zur Erzeugung der Wasserfallspektren, die Kurzzeitspektren wurden in *Sigview* mit einer Segmentlänge von 2^{13} berechnet. Sie stellen deshalb bei einer Frequenzauflösung von rund 6 Hz eine Mittelung der Verhältnisse über etwa 170 ms dar.

3.4 Messergebnisse

3.4.1 Zeitstrukturen

Die Einschwingzeit des Fender Rhodes ist äußerst kurz. Gemessen wurde sie für alle aufgezeichneten Einzeltöne in den drei Dynamikstufen. Durchschnittlich ergeben sich in den tiefen Lagen Werte zwischen 5 und 7 ms, in der kleinen und eingestrichenen Oktave liegt sie zwischen 1 und 2 ms und im Diskant bei konstant 1 ms. Bis in die eingestrichene Oktave ist allerdings eine Abhän-

gigkeit der Einschwingzeit von der Dynamik festzustellen, hier wurden Werte zwischen 2 und 14 ms gemessen. Deshalb verkürzt auch der angegebene Durchschnittswert für den Bassbereich die eigentliche Messung recht stark, da hierbei auch nicht die auftretenden Inhomogenitäten beachtet werden. Trotz dieser ist eine schwache Tendenz der Einschwingzeit, mit zunehmender Anschlagstärke abzunehmen, zu bemerken. In höheren Lagen ist t_E nicht mehr dynamikabhängig.

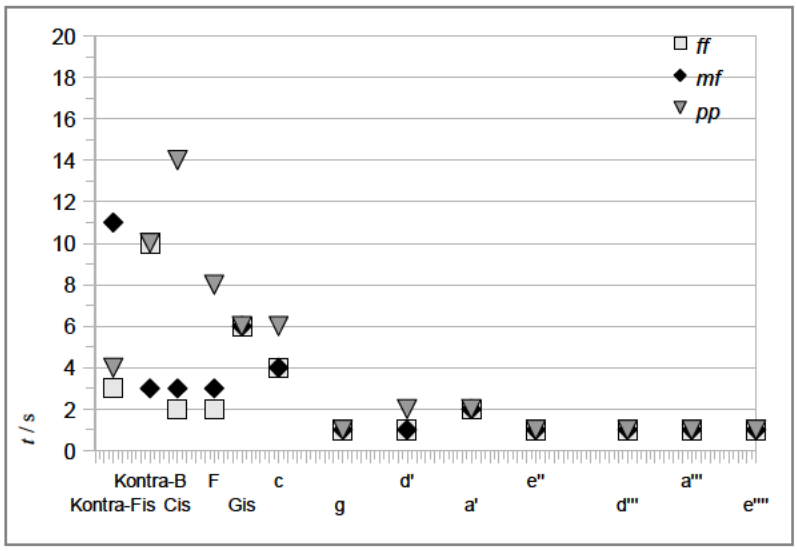

Abb. 3.2: Abhängigkeit der Einschwingzeit t_E von der Tonhöhe und der Dynamik.

Eine von t_E abweichende Klangeinsatzzeit t'_E konnte bei allen aufgezeichneten *mf*- und *ff*-Klängen sowie den *pp*-Klängen des Bassbereichs gemessen werden. Der Beginn des Klangeinsatzes t'_0 ist allerdings weniger exakt zu bestimmen als der Schwingungsanregung t_0, besonders im *pp*. Nach dem Anschlag einer Taste löst sich zu t'_0 zunächst der Dämpfer von der *Tine* und versetzt diese dadurch bereits in sehr schwache Schwingungen, bevor die eigentliche Anregung erfolgt.

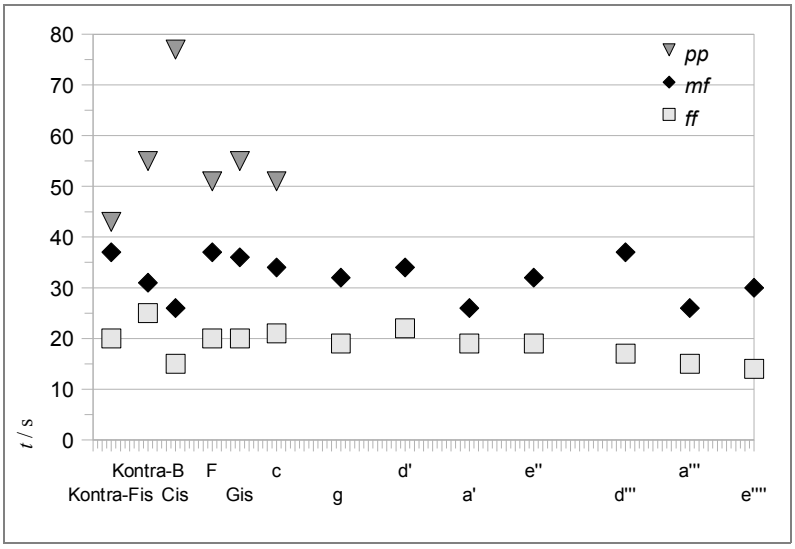

Abb. 3.3: Abhängigkeit der Klangeinsatzzeit t'_E von der Tonhöhe und der Dynamik.

Der Zeitabschnitt des Klangeinsatzes vor dem Auftreffen des Hammers, $t_0 - t'_0$, ist von der Geschwindigkeit des Tastenanschlages und somit der Dynamik abhängig und beträgt für die *pp*-Klänge durchschnittlich mehr als 40 ms, für *mf* etwa 30 ms und für *ff* knapp 20 ms.

Für die Messung der Ausschwingzeit des Rhodes wurden alle aufgezeichneten *mf*- und *ff*-Klänge analysiert. Die sämtliche Tonhöhen prägende "Haupt"-Ausschwingzeit t_{A2} ist deshalb stets der Durchschnitt zweier berechneter Zeiten, die sich allerdings in der Theorie gar nicht und praktisch kaum unterscheiden. In Kontra- und großer Oktave liegt t_{A2} zwischen 30 und 40 s und fällt ab der großen Oktave weitgehend stetig über Werte um 10 bis 15 s in der eingestrichenen Oktave bis zu etwa 1 s im obersten Diskant ab. Für e'''' beträgt sie 700 ms. Der mit durchschnittlich einer Quinte relativ große Abstand zwischen den betrachteten Tonhöhen erlaubt keine fundierte Angabe eines Faktors, mit der die Ausschwingzeit pro Oktave abnimmt; in äußerst grober Näherung liegt er bei etwa 1,7.

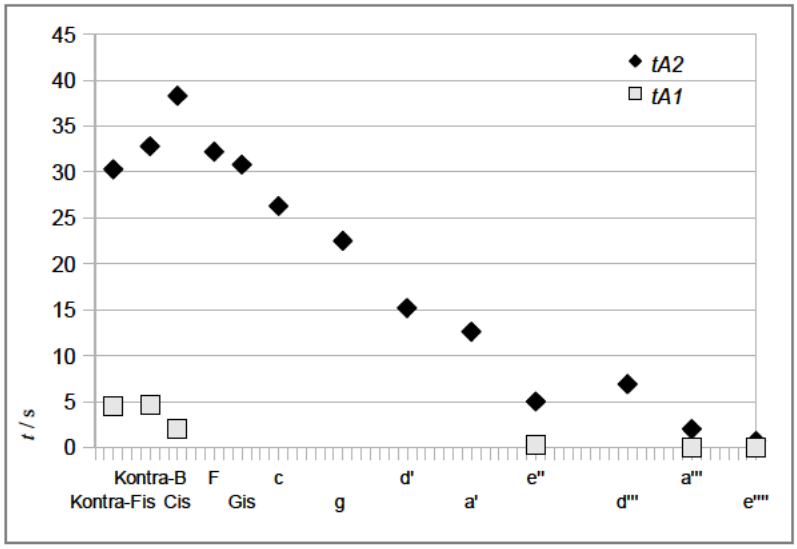

Abb. 3.4: Abhängigkeit der Ausschwingzeit t_A von der Tonhöhe.

Eine sich von t_{A2} unterscheidende Anfangsausschwingzeit t_{A1} konnte bei einigen *ff*-Klängen im Bass und im Diskant festgestellt werden. Für die untersten Töne beträgt der praktisch messbare Pegelabfall im steileren Teil der Hüllkurve allerdings nur etwa 2 dB über ein entsprechend sehr kurzes Intervall. Der Grund hierfür sind die zahlreich ausgeprägten Obertöne in dieser Zeitspanne, die die Grundfrequenz in ihrer Intensität zunächst stark übertreffen und bald abfallen (s. Kap. 3.4.2). Da, wie oben erwähnt, der Gesamtpegel durch die stärksten Teilschwingungspegel geprägt wird, entsteht kurzzeitig ein steilerer Hüllkurvenverlauf. Im Diskant resultiert t_{A1} aus niedrigfrequenten Amplitudenmodulationen, die die frühe Phase des Ausschwingens prägen, den generellen Hüllkurvenverlauf aber nicht beeinflussen.[132] Sie sind am ehesten mit der Verweildauer des Hammers an der *Tine* zu erklären, die in hohen Lagen die Periode der Grundschwingung deutlich übertrifft und diese somit zunächst dämpft.[133] Dass beim d''' keine Amplitudenmodulation auftritt, liegt demnach am Wechsel der Härte des Hammerkopfes zwischen c''' und cis'''. Im Vergleich zum relativ weichen Hammerkopf des e'' (mit einer Grundfrequenz $f_1 \sim 660$ Hz und der Periode $T \sim 1{,}5$ ms) ist der Kontakt mit der *Tine* des deutlich härteren Hammerkopfes beim d''' ($f_1 \sim 1175$ Hz, $T \sim 0{,}9$ ms) offenbar viel kürzer. Erst bei noch höheren Tönen fällt die Grundperiode wieder unter die Verweildauer des Hammers.

132 Vgl. Martin, Decay Rates of Piano Tones, S. 539.
133 Vgl. Askenfeld / Jansson, From touch to string vibrations.

3.4.2 Klangspektrum und Zeitverlauf

Der Klang des Fender Rhodes stellt sich als deutlich ausgebildetes harmonisches Teiltonspektrum dar. Die Frequenzstrukturen werden somit überwiegend durch die nichtlinearen Verzerrungen der Tonabnahme geprägt. Die Hüllkurve des Spektrums fällt über den stärksten Komponenten mit näherungsweise 10 dB pro Oktave im Bereich unter 1 kHz und darüber mit etwa 20 dB pro Oktave ab. Partialanteile über 6 kHz treten nur noch bei *ff*-Klängen auf. Da sie jedoch etwa 80 dB unter dem stärksten Teilton und auch um 20 – 30 dB unter den tieffrequenten Geräuschkomponenten des Anschlags liegen, spielen sie praktisch keine Rolle mehr. Die Grundfrequenzen der höchsten Lage weisen somit nur noch ein bis zwei Oberschwingungen auf, wobei f_2 hier bereits etwa 40 dB schwächer sein kann als f_1, die Gesamtschwingung also nahezu sinusförmig ist. Das kurze Anschlaggeräusch prägt das initiale Klangspektrum mit seinen stärksten Komponenten zwischen 100 und 200 Hz.

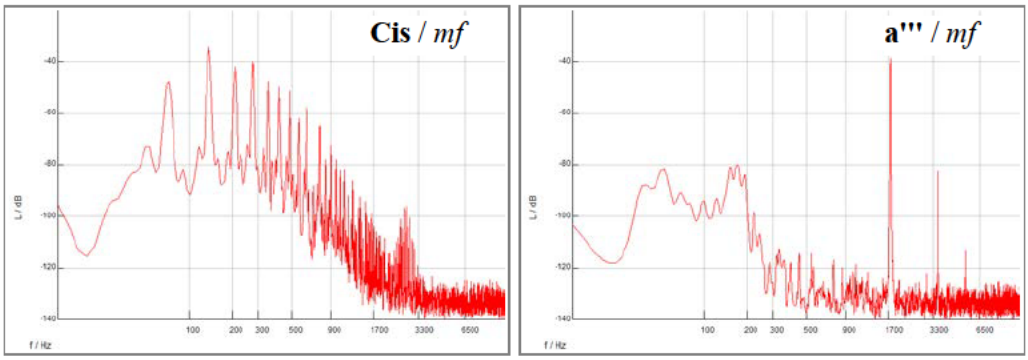

Abb. 3.5: Klangspektren der Töne Cis (f_1 ~ 69 Hz) und a''' (f_1 = 1760 Hz) zu Beginn des Ausschwingvorgangs (t_{max}).

Bei vielen Klängen treten mit der Schwingungsanregung Frequenzbereiche aus der Hüllkurve des Spektrums heraus, die auf die Eigenschwingungen der asymmetrischen Stimmgabel bzw. der *Tine* zurückzuführen sind. Im Vergleich zu den in Kapitel 2.2.1.1 dargelegten Frequenzverhältnissen für runde Stäbe erscheinen sie allerdings zu hohen Frequenzen hin gespreizt. Dies ist offenbar durch die von einem idealen Zylinder abweichende Form der *Tines* bedingt. Deren Schlagton (f_2) geht allerdings bis in die mittleren Tonlagen hinein im harmonischen Spektrum unter; es sind f_3, f_4 und bei den tiefsten Tönen auch f_5, die hier mit Pegeln von teils 40 dB, überwiegend aber etwa 60 dB unter den stärksten Frequenzanteilen auftauchen. Bei Tönen der zweigestrichenen Oktave

entsprechen solche Frequenzbereiche dann der ersten Oberschwingung f_2, in noch höheren Lagen treten sie im Spektrum nicht mehr auf.

Gerade die hohen Spektralkomponenten mit geringem Pegel sind jedoch nur für eine äußerst kurze initiale Phase des Klangs bedeutsam, da die Partialtöne mit zunehmender Ordnung schneller ausschwingen. Deren Pegelabfall ist dabei linear. So wird die Gesamtschwingung im Zeitverlauf immer mehr durch die Grundfrequenz geprägt und nähert sich der Sinusform an. Damit ändert sich während des Ausschwingens die Klangfarbe.

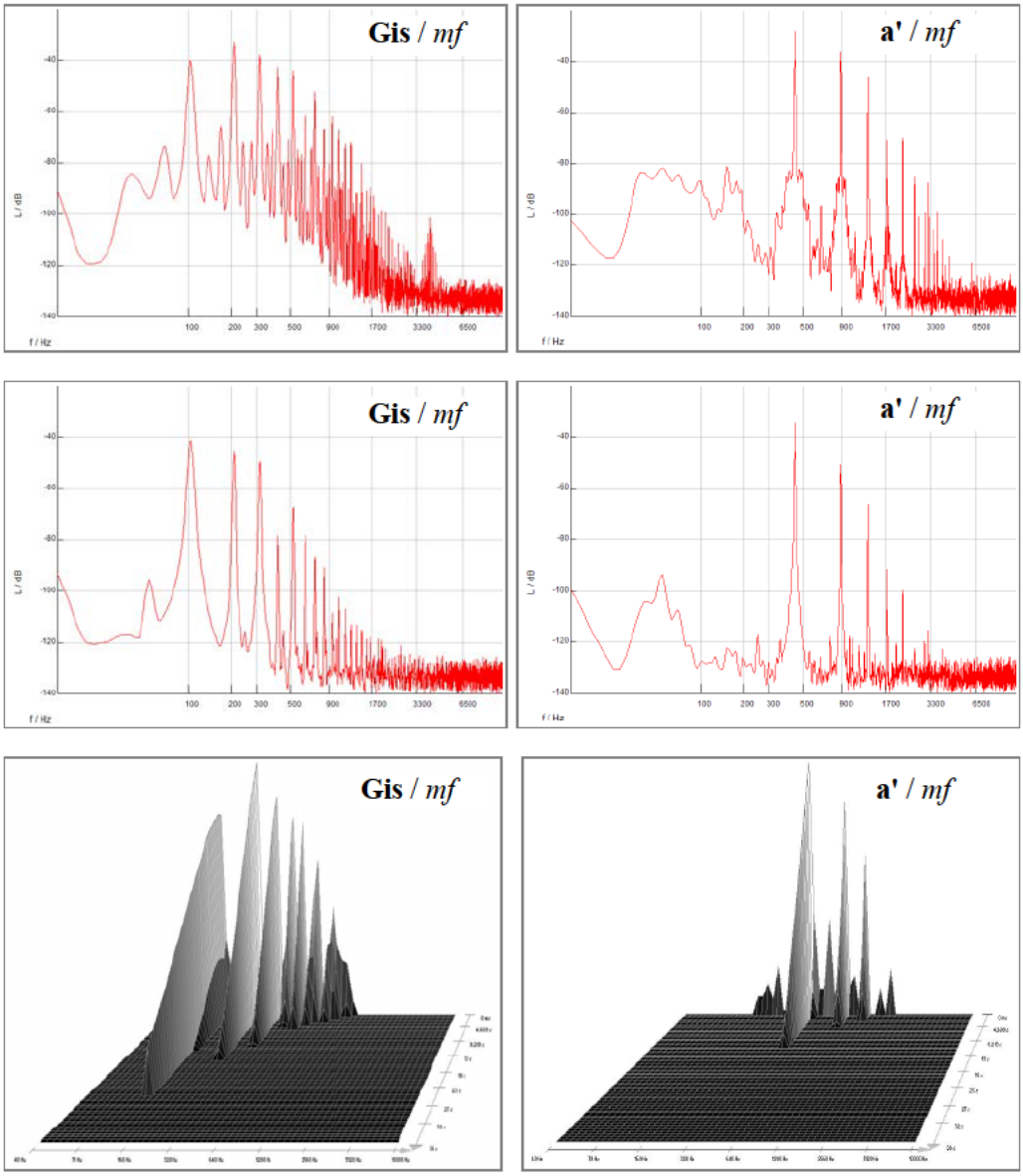

Abb. 3.6: Klangspektren der Töne Gis (f_1 ~ 104 Hz) und a' (f_1 = 440 Hz) zu Beginn des Ausschwingvorgangs (t_{max}, oben), nach einem Pegelabfall der Gesamtschwingung um 10 dB (t_{-10}, Mitte) und in ihrem gesamten Zeitverlauf (unten).

3.4.3 Klangspektrum und Dynamik

Das Frequenzspektrum des Rhodes ist in hohem Maße von der Dynamik abhängig – je höher die Anschlaggeschwindigkeit, desto reichhaltiger ist das harmonische Spektrum ausgebildet. Bei allen *mf*- und *ff*-Klängen bis in die eingestrichene Oktave, in der Kontra-Oktave auch beim *pp*, überwiegen dabei die geradzahligen Harmonischen die ungeradzahligen. Dies deutet auf einen starken quadratischen Anteil in der Kennlinie der Tonabnahme gerade bei der Wandlung von *Tine*-Schwingungen hoher Amplitude hin. Damit geht einher, dass ebenfalls bis in die eingestrichene Oktave für *mf* und *ff* der zweite Teilton derjenige mit der höchsten Intensität ist. Die Grundschwingung kann ihm gegenüber bei *ff*-Anschlägen im Bass einen mehr als 20 dB niedrigeren Pegel aufweisen.

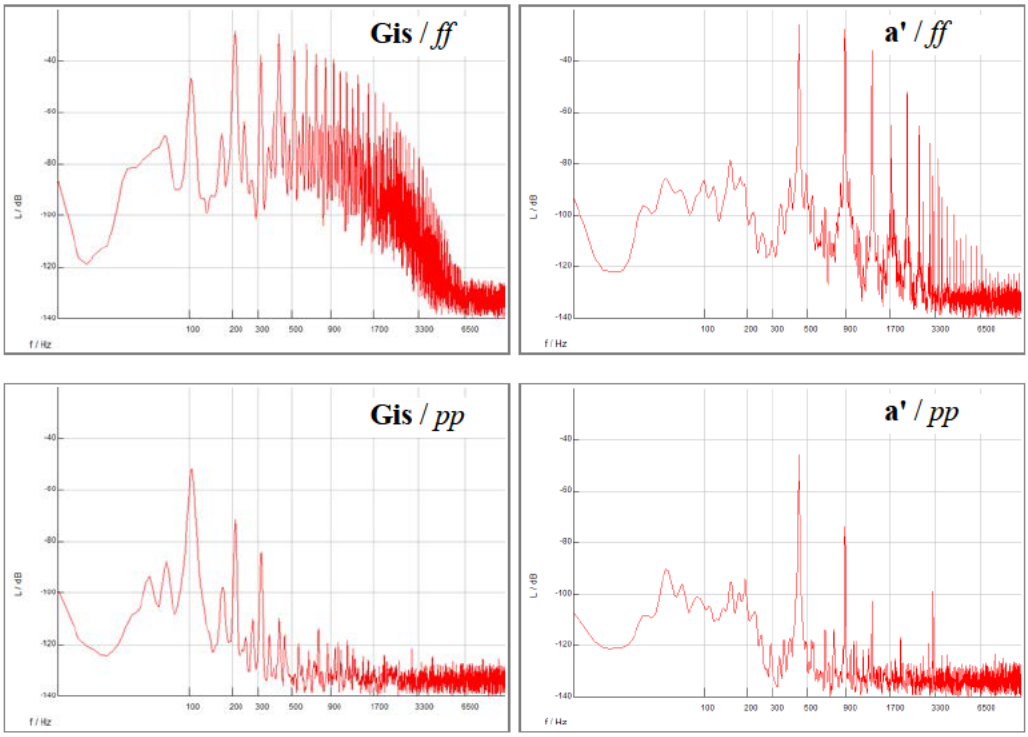

Abb. 3.7: Klangspektren der Töne Gis (f_1 ~ 104 Hz) und a' (f_1 = 440 Hz) in den Dynamikstufen *ff* und *pp* jeweils zu Beginn des Ausschwingvorgangs (t_{max}). Siehe auch die *mf*-Spektren dieser Klänge in Abb. 3.6 oben.

Beim Vergleich der stärksten Partialtöne mit dem Frequenzbereich um 3000 Hz zu Beginn der Ausschwingphase ergeben sich bei *ff*-Klängen Pegelunterschiede von 60 – 70 dB in den tiefen und 40 – 50 dB in den mittleren und höheren Lagen. Für *mf* sind diese Unterschiede etwa 10 dB größer. Bei *pp*-Klän-

gen sind Komponenten um 3000 Hz häufig nicht mehr vorhanden; falls doch, ergeben sich für diesen Pegelunterschied größtenteils Werte um 60 dB, weil hier die Grundfrequenz stärkster Teilton ist und nicht noch von Partialschwingungen übertroffen wird.

3.4.4 Dynamik und Pegel

Zwischen *pp* und *ff* gespielten Einzeltönen ergeben sich Schallpegelunterschiede von etwas über 20 dB in den äußeren und rund 30 dB in den mittleren Lagen. Kleine und eingestrichene Oktave sind der Bereich maximaler Dynamik, wofür aufgrund der gewählten Herangehensweise aber eher die absoluten *ff*-Werte als die Pegeldifferenzen Indikator sind. Die dynamische Untergrenze wird durch die *pp*-Klänge nämlich viel unschärfer markiert. Beispielsweise ist anzunehmen, dass das Minimum beim *pp* gespielten Cis nur aus seiner viel stärkeren Annäherung an die *ppp*-Forderung resultiert.

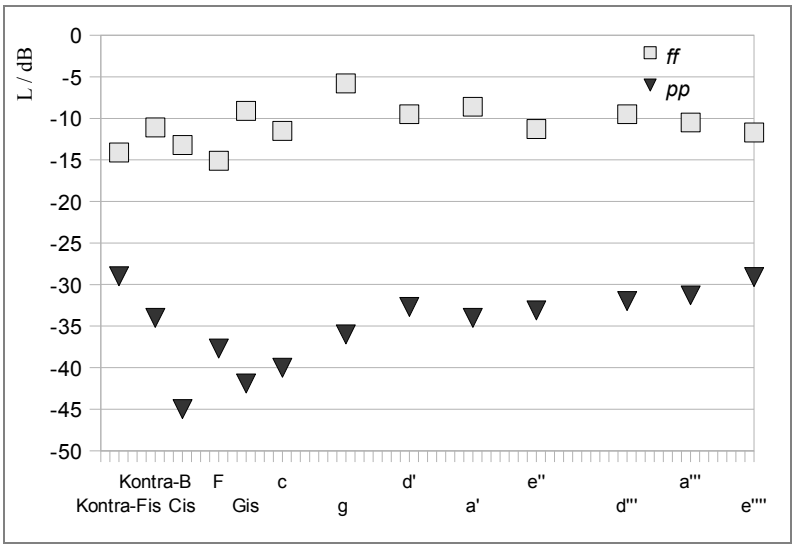

Abb. 3.8: Dynamik in Abhängigkeit von der Tonhöhe.

Der theoretische maximale Dynamikumfang des Fender Rhodes als Pegelunterschied vollgriffiger *ff*-Akkorde der Mittellage zu *pp* gespielten Einzeltönen beträgt etwa 45 dB. Dagegen ist für die Spielpraxis eine deutlich geringere Dynamik kennzeichnend – *pp* und *ff* gespielte zweistimmige Tonleitern unterscheiden sich in ihrem durchschnittlichen RMS-Pegel nur um etwa 8 dB.

3.4.5 Klangspektrum und Hammerkopfhärten

Durch die lediglich gruppenweise Abstufung der Hammerkopfhärte (s. Kap. 2.2.1.3) ergibt sich an drei Stellen des Ambitus' eine abrupte Zunahme. Bei gleicher Anschlagstärke zeigen sich die Unterschiede zwischen den Klangspektren der betroffenen Töne als Hervortreten von Eigenfrequenzen der *Tines* (s.o.), welche durch die höhere Härte des Hammerkopfes stärker angeregt werden. Diese Spektralkomponenten unterscheiden sich in ihrer Intensität bei *mf*-Klängen um etwa 20 dB.

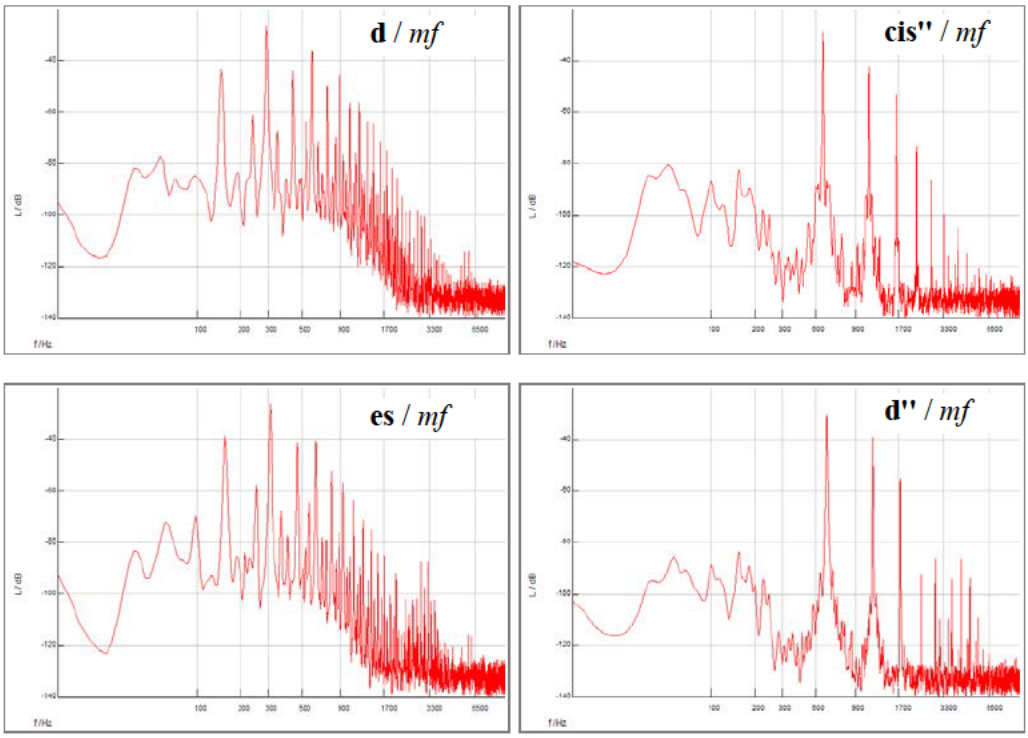

Abb. 3.9: Klangspektren der Töne d (f_1 ~ 147 Hz) und es (f_1 ~ 156 Hz) sowie cis'' (f_1 ~ 554 Hz) und d'' (f_1 ~ 587 Hz) zu Beginn des Ausschwingvorgangs (t_{max}). Die durch die härteren Hämmer erzeugten Frequenzkomponenten um 3 kHz repräsentieren beim es die dritte (f_3 = 17,55·f_1) und beim d'' die zweite Eigenschwingung der *Tine* (f_2= 6,27·f_1).

3.4.6 Klangspektrum und *Tine*-Position

Bei allen bisher gezeigten Phänomenen und Spektren wurde von einer Normalposition der *Tines* vor den Tonabnehmern ausgegangen, bei der sie leicht über den Mittelpunkt des Permanentmagneten zeigen. Dies kann durch die in Kapitel 2.2.1.2 dargelegte Aufhängung der *Tone Generators* einfach geändert wer-

den. Die vertikale Positionsänderung zieht dabei auffällige Klangfarbenänderungen nach sich.

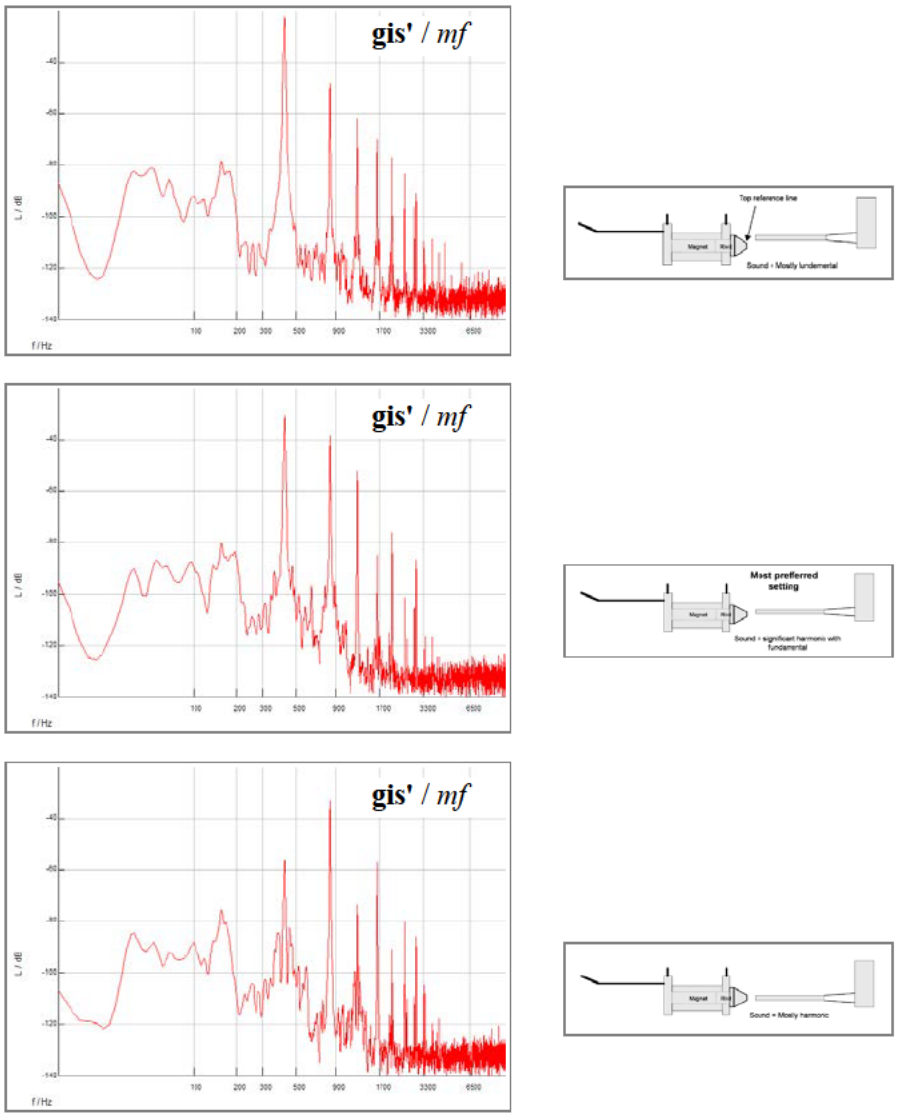

Abb. 3.10: Klangspektren des Tons gis' ($f_1 \sim 415$ Hz) bei einer *Tine*-Position deutlich über (oben) und direkt vor der Magnetspitze des Tonabnehmers (unten). Als Normalposition mit ausgewogenem Spektrum gilt eine gegenüber der Spitze leichte Erhöhung der *Tine* (Mitte).

Wird die *Tine* genau auf die Mitte des Tonabnehmers ausgerichtet, treten die ungeradzahligen Partialtöne deutlich zurückt. Besonders die Grundfrequenz f_1, aber auch f_3, f_5 und f_7 weisen durchschnittlich einen um 30 dB geringeren Pegel auf. Die Gesamtschwingung ist nun von den geradzahligen Teiltönen geprägt und klingt somit eine Oktave höher, da f_2 als dominante Frequenz, von den Teiltönen zusätzlich gestützt, wahrgenommen wird. Bei einer Position der *Tine*

deutlich über der Spitze des Tonabnehmers ergibt sich für die Partialtöne niedriger Ordnung ein umgekehrtes Bild: ab der eingestrichenen Oktave überwiegt die Grundfrequenz deutlich alle höheren Partialtöne, während in den tieferen Lagen zusätzlich auch die ungeradzahligen Harmonischen intensiver hervortreten. So kann die Grundfrequenz hier nun einerseits die geradzahligen Teiltöne in ihrer Intensität übertreffen, andererseits durchaus hinter f_3 zurückbleiben.

Der vertikale Abstand zwischen unterer (Mitten-) und oberer Position beträgt nur etwa 5 Millimeter. Setzt man die *Tine* noch tiefer, unter die Mitte des Tonabnehmers, so nähert sich das Spektrum wieder dem der Normalposition an, allerdings wird auch der Abstand zwischen *Tine* und Hammer verringert und die Schwingungsanregung beeinträchtigt. Wenn andererseits die *Tine* (in beide Richtungen) weit vom Tonabnehmer und seinem Magnetfeld entfernt wird, kann keine adäquate Signalwandlung mehr erfolgen.

4 Diskussion und Ausblick

Vor einer zusammenfassenden Betrachtung der Messergebnisse sollen zunächst einige Einschränkungen erläutert werden, die sich durch die in dieser Arbeit gewählte Herangehensweise ergeben.

Durch eine Auswahl an Tönen sind zwar grundsätzliche Eigenheiten und Tendenzen des Klangbilds festzustellen, doch lieferte beispielsweise die Analyse der Zeitstrukturen jeder einzelnen Tonhöhe noch genauere Aussagen. Mit den aktuellen Messwerten sind etwa durchschnittliche Ausschwingzeiten für die einzelnen Oktaven nicht sinnvoll anzugeben. Weiterhin wurde die Einschwingzeit jeweils ausschließlich einer Klangprobe pro gewählter Tonhöhe und Dynamikstufe gemessen. Wenngleich hier aufgrund der Art der Schwingungsanregung keine großen Streuungen erwartet werden, so würde eine Mittelung jeweils mehrerer Klangproben etwas belastbarere Ergebnisse liefern und insbesondere die vergleichsweise stark schwankenden Einschwingzeiten in den tiefen Lagen genauer deuten lassen.
Ähnliches gilt für die Dynamik. Hierbei sind jedoch weniger die Durchschnittswerte interessant, vielmehr ließen sich die Dynamikgrenzen durch die Auswahl der leisesten oder lautesten aus einer Anzahl sonst gleichartiger Klangproben schärfer bestimmen. Diese Näherung wurde während der Untersuchung nur bei einigen aufgezeichneten Klängen durchgeführt.[134]

Auch wenn eine genaue physikalische Analyse der Tastaturmechanik für die Bestimmung des Klangbilds nach dem Ansatz der vorliegenden Arbeit nicht essentiell ist und deutlich zu weit führte, so ließen sich auch hier noch Hintergründe aufdecken, die ein tieferes Verständnis von Klang und Akustik erlaubten. Für Klaviere liegen etwa Untersuchungen vor, die den exakten Zeitablauf der Phänomene während der Schwingungsanregung zum Gegenstand haben[135] und nicht ohne weiteres auf das Rhodes übertragen werden können.

Viel wesentlicher für den Klang des Fender Rhodes ist die elektromagnetische Tonabnahme. Eine ausführlichere Betrachtung des elektrischen Teils der

134 Vgl. Melka, Messungen der Klangeinsatzdauer bei Musikinstrumenten, S. 109f.
135 Askenfelt / Jansson, From touch to string vibrations.

Klangerzeugung mit Bestimmung der Filter-Grenzfrequenzen sowie der Resonanzfrequenz und Güte des Schwingkreises, also der gesamten Übertragungscharakteristik des Systems, würde eine Reihe von Aspekten zur Deutung des Frequenzspektrums liefern. Da die genauen Kenngrößen der elektrischen Bauteile nicht bekannt sind und ohnehin praktische Einflüsse wie die Kapazität des Audiokabels berücksichtigt werden müssen, brächten hier ausschließlich Messungen verwertbare Ergebnisse. Ebenso wurde der Einfluss des horizontalen Abstands zwischen *Tine* und Tonabnehmer nicht weiter untersucht.
Allerdings scheint die Auswertung des Klangbilds nach der hier gewählten Methode, den gesamten Tonabnahmeprozesses als Black Box zu sehen, durchaus legitim, denn dessen prägende Einflüsse auf den Klang wurden anhand der Messungen nachgewiesen. Weitere Klangänderungen sind theoretisch durch die Modifikation der elektrischen Schaltung und somit ihres Übertragungsverhaltens möglich. Dies ist allerdings keine spontane, in der Spielpraxis umsetzbare Beeinflussungsmöglichkeit und bestimmt folglich nicht den charakteristischen Klang.

Der Ansatz der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchung war, die klanglichen Eigenschaften des Rhodes zu ermitteln und sein Klangbild darzustellen. Eine profundere Studie müsste den oben aufgeführten Punkten Rechnung tragen und so einerseits weitere grundsätzliche akustische Phänomene aufdecken. Andererseits wurde in diesem Rahmen auch der Bereich der auditiven Wahrnehmung und qualitativen Klangbeurteilung ausgeklammert und ausschließlich akustische Anregungsgrößen gemessen. Um beides miteinander in Beziehung setzen zu können, sind Hörversuche nötig.[136] Die Diskussion der Messergebnisse wird im Folgenden mehrfach an Stellen gelangen, wo dies deutlich wird.

Was also ist nun der Klang des Fender Rhodes?
Ihn zeichnet zunächst eine transiente Zeitstruktur mit einer prinzipbedingt äußerst kurzen Einschwingzeit aus, die noch deutlich unter den Werten des akustischen Klaviers und vieler Instrumente mit impulshafter Klanganregung liegt, sich aber in der für Idiophone typischen Größenordnung bewegt. Wie bei allen Idiophonen ergibt sie sich nämlich nur durch die Anregung eines Primärschwingers, der *Tine* (repektive des gesamten *Tone Generators)*. Das zeitauf-

136 Vgl. Wogram, Akustische Untersuchungen an Klavieren, S. 349ff.

wändige Einschwingen weiterer zur eigentlichen Klangausbildung wichtiger Resonanzsysteme (wie etwa der Resonanzboden bei Klavieren) entfällt, die elektromagnetische Wandlung geschieht zeitgleich. Auch die in den tiefen Lagen auftretende Dynamikabhängigkeit der Einschwingzeit ist charakteristisch für Idiophone.[137]
Aufgrund der Klanganregungsmechanik verlängert sich die Einschwingzeit in der Praxis allerdings auf die Klangeinsatzzeit. Durch die Entfernung der Dämpfer hervorgerufene tieffrequente Schwingungen der *Tines* vor der eigentlichen Anregung tragen insbesondere bei lauten Tönen hoher Lage mit zum charakteristischen Anschlaggeräusch bei. Sie liegen hier nämlich deutlich unter der Grundfrequenz des eigentlichen Klangs und werden so nicht vorverdeckt. Schneidet man diesen Teil aus dem Zeitsignal, so wird das Anschlaggeräusch deutlich schwächer wahrgenommen. Bei geringer Anschlagstärke und tiefen Tönen ist allerdings eine Verdeckung anzunehmen. Genauere Aussagen wären hier durch Hörversuche möglich.

Für das Ausklingen schlug Harold Rhodes anfangs Werte zwischen 17 Sekunden im Bassbereich und 3 – 5 Sekunden im Diskant vor.[138] Dass die Messergebnisse der Untersuchung deutlich davon abweichen, liegt zunächst daran, dass Rhodes sich wohl eher auf die Ausschwingdauer, das hörbare Ausklingen, bezieht. Bei im Bassbereich gemessenen Ausschwingzeiten um 30 Sekunden ist eine Ausschwingdauer von etwa 17 Sekunden durchaus anzunehmen, da ein Pegelabfall um 30 dB im Allgemeinen problemlos wahrnehmbar ist. Ab der dreigestrichenen Oktave fällt die Ausschwingzeit aber deutlich unter 5 Sekunden, so dass in den obersten Lagen die Ausschwingdauern beträchtlich kürzer sind. In der Praxis hängen die Dauern über den gesamten Ambitus ohnehin stark von der gewählten Intensität der Verstärkung ab, so dass ihre Angabe wenig sinnvoll scheint.
Die Anfangsausschwingzeit hat beim Fender Rhodes keine dermaßen fundamentale Bedeutung wie bei akustischen Klavieren, wo sie über den gesamten Tonumfang viel stärker ausgeprägt ist und durch in Verbindung mit dem Resonanzboden auftretende Eigenheiten der Saitenschwingungen hervorgerufen

137 Melka, Messungen der Klangeinsatzdauer bei Musikinstrumenten, S. 112ff.
138 Rhodes, Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano, Sp. 6.

wird.[139] Davon ausgehend wird t_{A1} beim Rhodes eigentlich gar nicht erwartet. Es sind denn auch andere Gründe, die sie verursachen – ausgeprägte und rasch abfallende Harmonische in der tiefen und Amplitudenmodulationen in der hohen Lage (s. Kap. 3.4.1). Es ist sogar fraglich, ob dieses nur wenige Töne betreffende und relativ undeutliche Phänomen überhaupt sinnvoll als eigene Ausschwingzeit zu werten ist. Allerdings ist es auditiv wahrnehmbar und damit klangprägend. Im Bass wird bei starken Anschlägen die Prägnanz eines Tons durch den entstehenden schärferen Klangeindruck erhöht und also das Dynamikverhalten mit ausgebildet, im Diskant wird das initiale Anschlaggeräusch stärker herausgestellt.

> *"The tine [...] lent itself beautifully to creating a strong fundamental tone. The bottom note on an acoustic piano is so false because its strings generate to many overtones. [...] There isn't an acoustic piano that has the strong bass that a Rhodes had."*[140]

So bewertete Harold Rhodes das Klangspektrum seiner Instrumente im Bassbereich. Die Messergebnisse der Untersuchung zeigen, dass bis in die mittlere Lage die Grundfrequenz eines Tons hinter die unteren geradzahligen Obertöne zurücktritt. Gerade im tiefen Bass überwiegen diese zu Beginn des Ausklingens teils so stark, dass f_2 hier tendenziell grundfrequenzartig erscheinen kann. Im Verlauf des Ausschwingens verringern sich diese Intensitätsverhältnisse allerdings bald und f_1 wird dominant; jetzt kann tatsächlich ein vergleichsweise reiner Basston wahrgenommen werden. Viel bemerkenswerter scheint in diesem Zusammenhang jedoch folgendes: Rhodes kritisiert offenbar die inharmonischen Obertonverhältnisse des akustischen Klaviers, die dessen Klang zusätzlich färben.[141] Für die asymmetrischen Stimmgabeln des Fender Rhodes sind, wie in Kapitel 2.2.1 dargelegt, diese Inharmonizitäten eigentlich noch viel prägender. Genau dieses Phänomen wird aber durch die nichtlinearen Verzerrungen der Tonabnahme deutlich überlagert und relativiert, das resultierende Obertonverhältnis ist stets harmonisch und der Klang dadurch klar und kräftig.

139 Meyer, Musikalische Akustik, S. 154ff.
140 Zit. nach Vail, Vintage Synthesizers, S. 248.
141 Fenner, Was ist Inharmonizität?, S. 107.

Die grundsätzlichen Pegelverhältnisse innerhalb des Klangspektrums werden durch die Position der *Tines* vor den Tonabnehmern bestimmt. Von einem dumpfen, grundtönigen Klang bis hin zu einem hellen, leeren, durch geradzahlige Teiltöne mit zurücktretender Grundfrequenz geprägten und damit eine Oktave höher wahrgenommenen Klang spannt sich der Bereich. Die Extremeinstellungen sind für die Praxis jedoch kaum bedeutend. Durch geringfügige vertikale Variationen der Normalposition kann allerdings das Verhältnis von gerad- zu ungeradzahligen Partialtönen und so auch das von Grundfrequenz zu Obertönen, das gesamte Timbre also, signifikant beeinflusst werden. Da dies aufwändig ist, wird es praktisch nicht von Einsatz zu Einsatz, sondern eher einmal grundlegend vorgenommen und zeichnet folglich genauso den Klang des speziellen Instruments aus, wie es auf die klangästhetischen Vorlieben des Spielers verweist. Bereits hier entsteht der persönliche S o u n d des Rhodes. Woodyard gibt an, dass viele Spieler die *Tines* in den Außenlagen etwas höher positionieren und so die Grundfrequenz betonen.[142]

Die entscheidende Bedeutung der elektrodynamischen Tonabnahme für den Klang des Rhodes zeigt sich darüber hinaus im Dynamikverhalten und dessen Auswirkungen auf das Klangspektrum. Während bei akustischen Klavieren die Filzhämmer mit ihrer nichtlinearen Steifigkeit die dynamikabhängigen Klangänderungen hervorrufen[143], ist beim Rhodes dafür hauptsächlich das nichtlineare Verhalten der Tonabnahme verantwortlich. Neben der Amplitude der induzierten Wechselspannungen, also der Intensität, nehmen durch die größeren Auslenkungen der *Tines* bei stärkeren Anschlägen vor allem die Verzerrungen zu – es entstehen mehr und stärker ausgeprägte Harmonische. Für die Dynamik des Rhodes kann die Steifigkeit der Neopren-Hammerköpfe vernachlässigt werden, auch wenn einige Spektren der Untersuchung auf einen geringen Einfluss hindeuten. Wichtiger für das Timbre ist die Hammerkopfhärte, deren sprunghafte Änderungen das Klangspektrum in den betreffenden Tonhöhenbereichen wahrnehmbar beeinflussen.
Charakteristisch für den Klangeinsatz ist schließlich das Anschlaggeräusch. Es ist besonders bei Tönen höherer Lagen auffällig, da deren Grundfrequenz einen großen Abstand zum Frequenzmaximum des Geräuschs hat.

142 Woodyard, Steve's Corner – Ideal Tine Settings.
143 Askenfeld / Jansson, From touch to string vibrations; Hall, The hammer and the string.

Abschließend können nun die Wahrnehmungsurteile *warm* und *glockig* reflektiert werden. Mit einem Frequenzspektrum bis maximal 6 kHz, abfallenden Intensitäten der höheren Harmonischen, die überdies auch im Zeitverlauf schneller ausklingen und den Klang des Rhodes zunehmend auf die Grundfrequenz reduzieren, erzeugt dieser einen weichen und warmen Gehörseindruck.[144] Seine Zeitstruktur in Verbindung mit teilweise auftretenden Frequenzkomponenten um 3 kHz, die in der Anfangsphase des Klangs schlagtonartig wahrgenommen werden, erinnert an die akustischen Eigenschaften von Glocken. Von den Messergebnissen auf eine Wahrnehmung als glockig zu schließen ist allerdings deutlich schwieriger – das Glockige ist mithin beim untersuchten Rhodes wenig ausgeprägt. Dies überrascht allerdings nicht, stammt es doch aus einer Phase, in der die Instrumente durch leichte Veränderungen an der Klangerzeugung tatsächlich weniger glockig klangen (s. Kap. 2.3.2).
Wenngleich also die konkreten Ergebnisse der Klanguntersuchung zunächst nur für das analysierte Instrument gelten, sind Tendenzen, abstrahierte Formen des Klangbilds, jedenfalls verallgemeinerbar. Denn die unterschiedlichen Baureihen des Rhodes ebenso wie verschiedene Einzelexemplare können sich klanglich zwar durchaus unterscheiden, grenzen sich als Instrumentenfamilie aber ebenso scharf von anderen Instrumenten ab.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bergen noch Hinweise auf eine ganz aktuelle Problematik – die digitale Emulation des Instruments. In Kapitel 2.3.3 wurde hierzu bereits einiges gesagt. Der Klang des untersuchten Instruments ist durch sowohl konzeptbedingte, wie die gruppenweise Abstufung der Hammerkopfhärten, als auch individuelle Inhomogenitäten geprägt, wie leichte Unterschiede in *Tine*-Abstand und -Position zu den Tonabnehmern, diverse Abnutzungserscheinungen an Hämmern etc.. Beim Multi-Sampling dient zwar ein reales Instrument, welches solcherlei Inhomogenitäten stets aufweisen wird, als Klangquelle, die letztliche Klangauswahl kann diese allerdings nur eher grob wiedergeben. Beim vielversprechenden Ansatz des Physical Modelling sollte unter der Prämisse eines realistischen Klangs deshalb gerade solchen Phänomenen erhöhte Aufmerksamkeit zuteil werden.

144 Vgl. Junghanns, Akustische Grundlagen des Klaviers, S. 54 und Rösing, Die Bedeutung der Klangfarbe in traditioneller und elekronischer Musik, S. 9.

Beim Blick vom Klangbild des Fender Rhodes, einer umfassenden Darstellung seiner für Einzeltöne charakteristischen Möglichkeiten, auf den Klang des Fender Rhodes in der Spielpraxis ergibt sich eine Reihe neuer Phänomene. So treten beim Akkordspiel durch die nichtlinearen Verzerrungen der Tonabnahme Summen- und Differenztöne auf. Dies könnte einer der vorwiegenden Gründe sein, dass bestimmte Voicings auf dem Rhodes als verschwommen wahrgenommen wurden und so eine grundsätzliche Anpassung der Spielweise erfolgte (s. Kap. 2.3.1). Eine weitere Frage wäre, ob der Klang des Rhodes durch seine in dieser Arbeit dargelegten Eigenschaften eventuell besonders prädestiniert für eine Effektbearbeitung ist oder trotz dieser musikalisch angenehm scheint. Denn warum das Fender Rhodes zum bekanntesten und meistgespielten elektrischen Piano wurde, kann die ausschließliche Untersuchung der klanglichen Eigenschaften nicht klären. Klanganalysen und vor allem Hörvergleiche anderer E-Piano-Entwürfe, die weniger verbreitet sind, könnten Antworten hierauf liefern.

5 Bibliographie

Adlers, Frederik: *Fender Rhodes: The Piano That Changed the History of Music* (urspr. The Rhodes Electric Piano: Against All Odds, in: *MM*, 09/1996), Online-Quelle: http://www.fenderrhodes.com/history/narrative.php

Anders, Marcel: Herbie Hancock, in: *Keyboards*, 02/2002, S. 26 – 31

Askenfeld, Anders / Jansson, Erik: From touch to string vibrations, in: Askenfeld, Anders: *Five lectures on the Acoustics of the piano*, Royal Swedish Academy of Music 64, Stockholm 1990; Online-Quelle: http://www.speech.kth.se/music/5_lectures/askenflt/askenflt.html

Baines, Anthony: *Lexikon der Musikinstrumente*, übers. und bearb. von Martin Elste, Bärenreiter und Metzler, Kassel und Stuttgart 1996

Blackham, E. Donnell: Klaviere, in: Winkler, Klaus (Hrsg.): *Die Physik der Musikinstrumente*, Spektrum, Heidelberg 1988, S. 100 – 109

Böge, Wolfgang / Plaßmann, Wilfried (Hrsg.): *Vieweg Handbuch Elektrotechnik. Grundlagen und Anwendungen für Elektrotechniker*, 4., überarb. Auflage, Vieweg, Wiesbaden 2007

Davies, Hugh: Rhodes (electric piano), in: Sadie, Stanley (Hrsg.): *The New Grove Dictionary of Musical Instruments*, Macmillan Press Limited, London 1984, S. 244

Davies, Hugh: Rhodes, Harold, in: Sadie, Stanley (Hrsg.): *The New Grove Dictionary of Musical Instruments*, Macmillan Press Limited, London 1984, S. 245

Dickreiter, Michael: *Handbuch der Tonstudiotechnik*, 6. verb. Auflage, Saur, München 1997

Dickow, Robert: Sun Ra, in: Kernfeld, Barry (Hrsg.): *The New Grove Dictionary of Jazz*, Macmillan Press Limited, London 1994, S. 1170 – 1171

Ellermeier, Wolfgang / Hellbrück, Jürgen: Hören – Psychoakustik – Audiologie, in: Weinzierl, Stefan (Hrsg.): *Handbuch der Audiotechnik*, Springer, Berlin, Heidelberg 2008, S. 41 – 85

Enders, Bernd: *Lexikon Musikelektronik*, 3. Auflage, Schott Musik International, Mainz 1997

Fender, Clarence L. / Rhodes, Harold B.: *Tone Generator With Vibratory Bars*, US-Utility-Patent Nr. 3.644.656, 1972

Fenner, Klaus: Was ist Inharmonizität?, in: Junghanns, Herbert (Hrsg.): *Der Piano- und Flügelbau*, 7., verb. und erw. Auflage, bearb. und erg. von H. K. Herzog, Bochinsky, Frankfurt am Main 1991 (Das Musikinstrument, 4), S. 106 – 107

Fletcher, Neville H. / Rossing, Thomas D.: *The Physics of Musical Instruments*, Springer, New York, Berlin, Heidelberg, London 1991

Gridley, Mark C.: Zawinul, Joe, in: Kernfeld, Barry (Hrsg.): *The New Grove Dictionary of Jazz,* Macmillan Press Limited, London 1994, S. 1322 – 1323

Grimmer, Dirk: *Das Fender Rhodes. Der Siegeszug eines Elektro-Pianos*, Tenea, Berlin 2006

Halbscheffel, Bernward / Kneif, Tibor: *Sachlexikon Rockmusik. Instrumente, Stile, Techniken, Industrie und Geschichte*, Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1992

Hall, Donald E.: The hammer and the string, in: Askenfeld, Anders: *Five lectures on the Acoustics of the piano*, Royal Swedish Academy of Music 64, Stockholm 1990; Online-Quelle: http://www.speech.kth.se/music/5_lectures/hall/hall.html

Hall, Donald E.: *Musikalische Akustik. Ein Handbuch*, hrsg. von Johannes Goebel, übers. von Thomas A. Troge, Schott, Mainz 2008

Junghanns, Herbert: Akustische Grundlagen des Klaviers, in: Ders. (Hrsg.): *Der Piano- und Flügelbau*, 7., verb. und erw. Auflage, bearb. und erg. von H. K. Herzog, Bochinsky, Frankfurt am Main 1991 (Das Musikinstrument, 4), S. 51 – 79

Koch, Lawrence: Piano, in: Kernfeld, Barry (Hrsg.): *The New Grove Dictionary of Jazz*, Macmillan Press Limited, London 1994, S. 977 – 985

Leipp, Emile: Was ist ein Klavierton? Was ist eine Klavierklangfarbe?, in: Junghanns, Herbert (Hrsg.): *Der Piano- und Flügelbau*, 7., verb. und erw. Auflage, bearb. und erg. von H. K. Herzog, Bochinsky, Frankfurt am Main 1991 (Das Musikinstrument, 4), S. 95 – 105

Lemme, Helmuth: *Elektro-Gitarren-Sound*, Pflaum, München 1994

Lippegaus, Karl: Rock Jazz, in: Berendt, Joachim-Ernst (Hrsg.): *Die Story des Jazz. Vom New Orleans zum Rock Jazz*, Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1978, S. 223 – 246

Martin, Daniel W.: Decay Rates of Piano Tones, in: *The journal of the Acoustical Society of America* 19, Nummer 4, 1947, S. 535 – 541

Meinel, Eberhard: Zupf- und Streichinstrumente, in: Fasold, Wolfgang / Kraak, Wolfgang / Schirmer, Werner (Hrsg.): *Taschenbuch Akustik*, Teil 2, VEB Verlag Technik, Berlin 1984, S. 1125 – 1138

Melka, Alois: Messungen der Klangeinsatzdauer bei Musikinstrumenten, in: *Acustica* 23, 1970, S. 108 – 117

Meyer, Jürgen: *Akustik und musikalische Aufführungspraxis*, 5. akt. Aufl., PPVMedien, Bergkirchen 2004 (Das Musikinstrument, 24)

Meyer, Jürgen: Musikalische Akustik, in: Weinzierl, Stefan (Hrsg.): *Handbuch der Audiotechnik*, Springer, Berlin, Heidelberg 2008, S. 123 – 180

Möser, Michael: *Technische Akustik*, 7., erw. und akt. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2007

Peterson, Mike: *Rhodes Mark IV (1983)*, Online-Quelle: http://www.fenderrhodes.com/models/mark4.php

Reynolds, Simon: *Energy Flash. A journey through rave music and dance culture*, Picador, London 1998

Rhodes, Harold B.: *Apparatus For Mounting A Tone Generator And For Positioning The Same Relative To A Transducer*, US-Utility-Patent Nr. 3.384.699, 1968

Rhodes, Harold B.: *Electrical Musical Instrument In The Nature Of A Piano*, US-Utility-Patent Nr. 2.972.922, 1961

Rhodes, Harold B.: *Electric Piano*, US-Design-Patent Nr. 200.439, 1965

Rhodes, Harold B. [2]: *Electric Piano*, US-Design-Patent Nr. 200.440, 1965

Rhodes, Harold B.: *Electric Piano Incorporating Multi-Component Tuning Forks*, US-Utility-Patent Nr. 3.418.417, 1968

Rhodes, Harold B.: *Piano Action*, US-Utility-Patent Nr. 3.270.608, 1966

Rhodes, Harold B.: *Portable Piano-Type Instrument Incorporating A Sustaining Pedal*, US-Utility-Patent Nr. 3.285.116, 1966

Rösing, Helmut: *Die Bedeutung der Klangfarbe in traditioneller und elektronischer Musik. Eine sonagraphische Untersuchung*, Musikverlag Emil Katzbichler, München 1972 (Schriften zur Musik, 12)

Ruf, Wolfgang (Hrsg.): *Lexikon Musikinstrumente*, Meyers Lexikonverlag, Mannheim 1991

Sabbatini, Mark: *Chick Corea*, Online-Quelle: http://www.allaboutjazz.com/php/article.php?id=14563

Sauer, Matthias: Fender Rhodes, in: *Keys*, 01/2001, S. 56 – 62

Schneider, Martin: Mikrofone, in: Weinzierl, Stefan (Hrsg.): *Handbuch der Audiotechnik*, Springer, Berlin, Heidelberg 2008, S. 313 – 419

Smith, Richard R.: *Fender – ein Sound schreibt Geschichte*, 2.Auflage, übers. von Gerhard J. Oldiges und Gerhard Michel, PPVMedien, Bergkirchen 2003

Suzuki, Hideo / Nakamura, Isao: Acoustics of Pianos, in: *Applied Acoustics* 30, 1990, S. 147 – 205

Ungeheuer, Elena / Supper, Martin: Elektroakustische Musik, in: *Die Musik in Geschichte und Gegenwart*, 2. neubearbeitete Auflage, hrsg. von Ludwig Finscher, Sachteil, Bd. 2, Bärenreiter und Metzler, Kassel und Stuttgart 1995, Sp. 1717 – 1765

Vail Mark: *Vintage Synthesizers. Pioneering Designers, Groundbreaking Instruments, Collecting Tips, Mutants of Technology*, 2., erw. und akt. Auflage, Miller Freeman Books, San Francisco 2000

Wicke, Peter: Musikindustrie, in: *Die Musik in Geschichte und Gegenwart*, 2. neubearbeitete Auflage, hrsg. von Ludwig Finscher, Sachteil, Bd. 6, Bärenreiter und Metzler, Kassel und Stuttgart 1995, Sp. 1343 – 1362

Wicke, Peter / Ziegenrücker, Kai-Erik / Ziegenrücker, Wieland: *Handbuch der populären Musik*, 3., überarb. und erw. Auflage, Schott Musik International, Mainz 1997

Wogram, Klaus: Akustische Untersuchungen an Klavieren, in: Junghanns, Herbert (Hrsg.): *Der Piano- und Flügelbau*, 7., verb. und erw. Auflage, bearb. und erg. von H. K. Herzog, Bochinsky, Frankfurt am Main 1991 (Das Musikinstrument, 4), S. 317 – 352

Woodyard, Steve: *Steve's Corner – Hammer Tips*, Online-Quelle: http://www.fenderrhodes.com/service/hammer-tips.php

Woodyard, Steve: *Steve's Corner – Ideal Tine Settings*, Online-Quelle: http://www.fenderrhodes.com/service/tine-settings.php

Zollner, Manfred / Zwicker, Eberhard: *Elektroakustik*, 3., verb. und erw. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2003

Webseiten

http://www.allaboutjazz.com/php/article.php?id=14563

http://www.astroblack.com

http://www.fenderrhodes.com
- http://www.fenderrhodes.com/history/dyno.php
- http://www.fenderrhodes.com/history/memorial.ph
- http://www.fenderrhodes.com/history/narrative.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/amp.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/early.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/mark1a.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/mark1b.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/mark2.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/mark4.php
- http://www.fenderrhodes.com/models/silvertop.php
- http://www.fenderrhodes.com/org/manual
  - http://www.fenderrhodes.com/org/manual/ch2.html
  - http://www.fenderrhodes.com/org/manual/ch7.html
- http://www.fenderrhodes.com/service/hammer-tips.php
- http://www.fenderrhodes.com/service/manual.php
- http://www.fenderrhodes.com/service/pickups.php
- http://www.fenderrhodes.com/service/tine-settings.php

http://www.rhodespiano.com
- http://www.rhodespiano.com/history_1.htm
- http://www.rhodespiano.com/history_2.htm

http://www.speech.kth.se/music/5_lectures/contents.html
- http://www.speech.kth.se/music/5_lectures/askenflt/askenflt.html
- http://www.speech.kth.se/music/5_lectures/hall/hall.html

Der Vollständigkeit halber sind die bereits in der Bibliographie angeführten Online-Quellen hier mit erwähnt. Alle Webseiten wurden zuletzt am 20.06.2009 eingesehen

6 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	http://www.fenderrhodes.com/models/early.php
Abb. 2.2	Rhodes [2], Electric Piano
Abb. 2.3	http://www.fenderrhodes.com/models/early.php
Abb. 2.4	http://www.fenderrhodes.com/models/silvertop.php
Abb. 2.5	Archiv des Autors (Foto: Anett Baugatz)
Abb. 2.6	Hall, Musikalische Akustik, S. 174
Abb. 2.7	Hall, Musikalische Akustik, S. 173
Abb. 2.8	http://www.fenderrhodes.com/org/manual/ch7.html
Abb. 2.9	Fender / Rhodes, Tone Generator With Vibratory Bars (1) Archiv des Autors (Foto: Anett Baugatz) (2)
Abb. 2.10	http://www.fenderrhodes.com/org/manual/ch2.html
Abb. 2.11	http://www.fenderrhodes.com/service/pickups.php
Abb. 2.12	Lemme, Elektro-Gitarren-Sound, S. 64
Abb. 2.13	http://www.fenderrhodes.com/service/manual.php
Abb. 3.1	Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 27 (1) Archiv des Autors / Dokumentation der Untersuchung (2)
Abb. 3.2 – 3.9	Archiv des Autors / Dokumentation der Untersuchung
Abb. 3.10	Archiv des Autors / Dokumentation der Untersuchung (1) http://www.fenderrhodes.com/service/tine-settings.php (2)
Abb. 7.1 – 7.5	Archiv des Autors (Fotos: Anett Baugatz)
Abb. 7.6 – 7.18	Archiv des Autors / Dokumentation der Untersuchung

7 Anhang

7.1 CD-ROM

Der beigefügte Datenträger enthält die für die Untersuchung aufgezeichneten Klänge als Wav-Dateien und deren Visualisierungen, im Einzelnen Wasserfalldarstellungen und Kurzzeitspektren zu den Zeitpunkten t_{max} und t_{-10}. Daneben befinden sich einige Beispieldarstellungen zum Zeitverlauf der Signale und die Arbeit selbst als PDF auf der CD.

7.2 *Rhodes Mark I Stage 73*

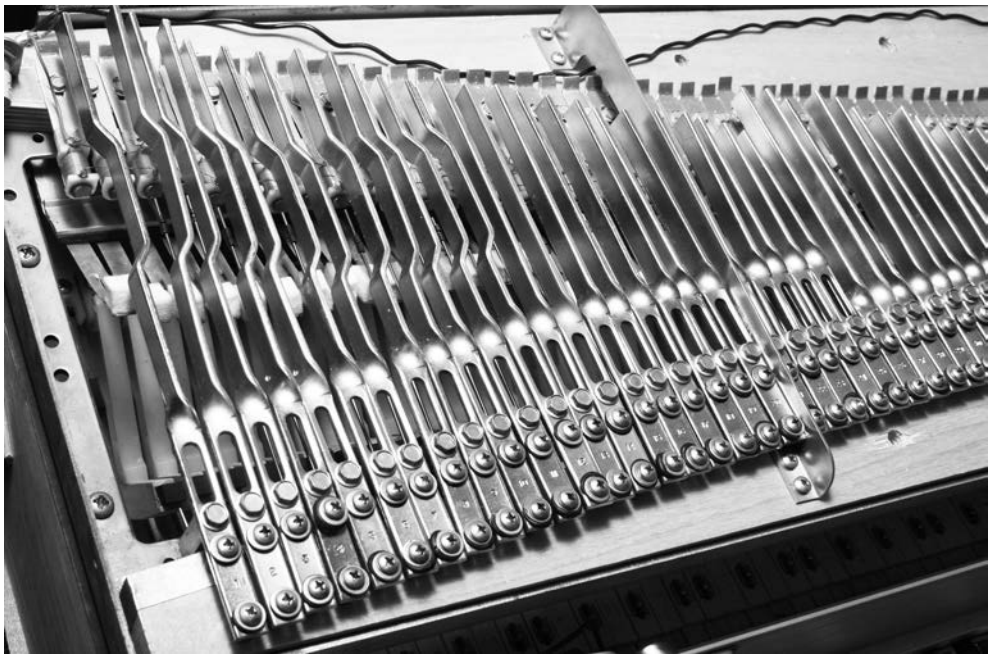

Abb. 7.1: Die *Tone Generators* des Bassbereichs, von der Seite der Tastatur aus gesehen. Die untersten beiden *Tines* fehlen. Mittig die Reihe der Dämpfer, oben die der Tonabnehmer.

Abb. 7.2: Blick von der Rückseite des Instruments auf die *Tone Generators* im Diskant. In der unteren Bildhälfte die Tonabnehmer, insbesondere deren variable Befestigung zur Einstellung des Abstands zur *Tine*. Oben die *Tonebars*, die in dieser Lage nicht mehr die Drehung aufweisen. Unter ihnen die *Tines* mit den Stimmfedern.

Abb. 7.3: Rahmen mit *Tone Generators* und Tonabnehmern hochgeklappt, Blick auf die Mechanik mit Hämmern und Dämpfern.

Abb. 7.4: Hammer und Dämpfer bei niedergedrückter Taste.

Abb. 7.5: Signalausgang, Klang- und Lautstärkesteller.

7.3 Dokumentation der Untersuchung

7.3.1 Beispieldarstellungen der Zeitstrukturen

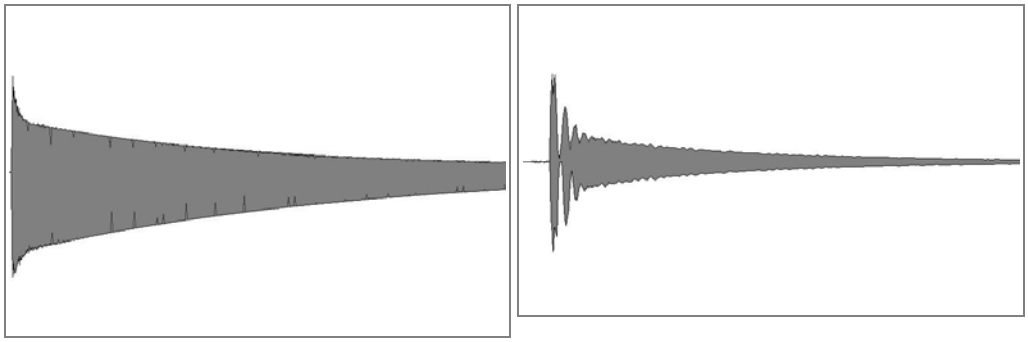

Abb. 7.6: Zeitsignale der *ff* gespielten Töne Kontra-B (links) und e'''' (rechts). Die relativen Zeit- und Pegelverhältnisse werden hier nicht wiedegegeben. Beim e'''' treten während der frühen Ausschwingphase starke Amplitudenmodulationen auf.

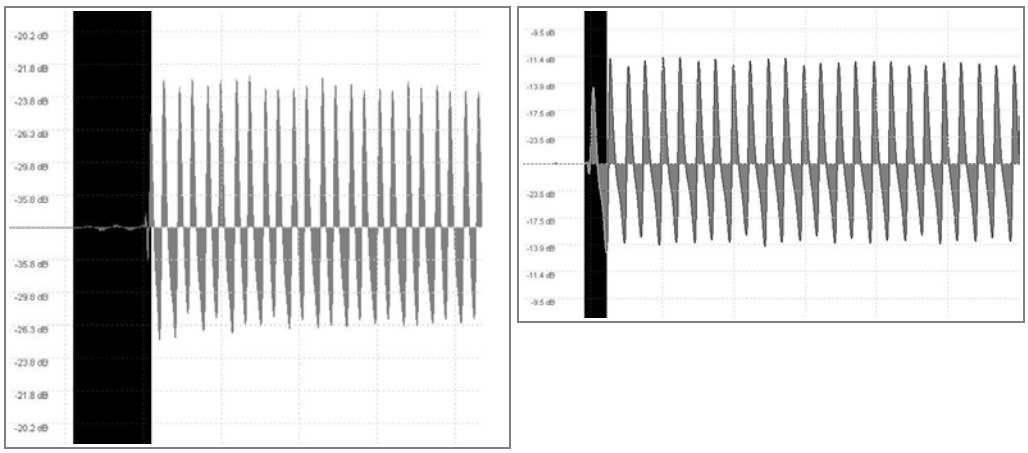

Abb. 7.7: Klangeinsatzzeit t'_E (links) und Einschwingzeit t_E (rechts) eines Signals.

7.3.2 Messwerte der Zeitstrukturen

	pp	*mf*	*ff*
Kontra-Fis	4	11	3
Kontra-B	10	3	10
Cis	14	3	2
F	8	3	2
Gis	6	6	6
c	6	4	4
g	1	1	1
d'	2	1	1
a'	2	2	2
e''	1	1	1
d'''	1	1	1
a'''	1	1	1
e''''	1	1	1

Einschwingzeiten / s

	pp	*mf*	*ff*
Kontra-Fis	43	37	20
Kontra-B	55	31	25
Cis	77	26	15
F	51	37	20
Gis	55	36	20
c	51	34	21
g		32	19
d'		34	22
a'		26	19
e''		32	19
d'''		37	17
a'''		26	15
e''''		30	14

Klangeinsatzzeiten / s

	Sample mf		*Sample ff*		t_{A1}	t_{A2}
Kontra-Fis		31	4,5	29,6	4,5	30,3
Kontra-B		34,7	4,7	30,8	4,7	32,8
Cis		41,6	2	34,9	2	38,3
F		34,7		29,7		32,2
Gis		33,9		27,6		30,8
c		29,4		23,2		26,3
g		23,8		21,2		22,5
d'		15,9		14,5		15,2
a'		13,3	1,3	11,9		12,6
e''	0,2	5,2	0,3	4,7	0,3	5
d'''		7,2		6,5		6,9
a'''	0,05	2,1	0,04	2,0	0,05	2
e''''	0,02	0,7	0,01	0,7	0,02	0,7

Ausschwingzeiten / s. Zwei Werte in einer Zelle eines Klangs stehen für die Erfassung von t_{A1} und t_{A2}. Die Gesamtwerte t_{A1} und t_{A2} in den letzten beiden Spalten ergeben sich aus den Durchschnitten der gemessenen Einzelwerte pro Tonhöhe.

7.3.3 Messwerte zur Dynamik

	pp	*ff*	ΔL
Kontra-Fis	-29	-14,1	14,9
Kontra-B	-34	-11,1	22,9
Cis	-45	-13 2	31,8
F	-37,7	-15,1	22,6
Gis	-41,9	-9,1	32,8
c	-40	-11 5	28,5
g	-36	-5 8	30,2
d'	-32,7	-9 5	23,2
a'	-34	-8,6	25,4
e''	-33,1	-11 3	21,8
d'''	-32	-9 5	22,5
a'''	-31,3	-10 5	20,8
e''''	-29,1	-11,7	17,4

Spitzenpegel der Einzelklänge und Pegeldifferenz / dB

7.3.4 Klangspektren

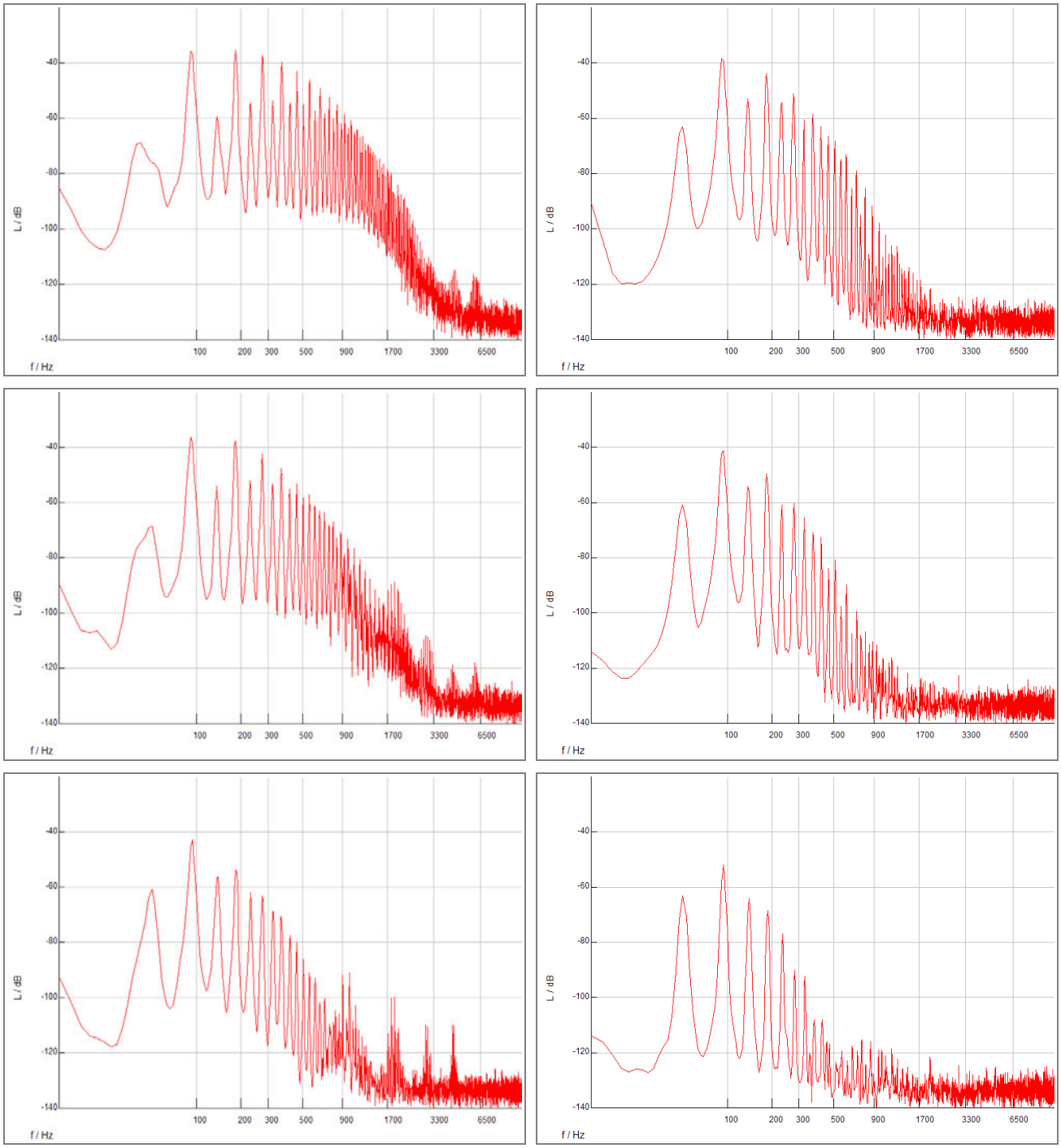

Abb. 7.8: Kontra-Fis ($f_1 \sim 46$ Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

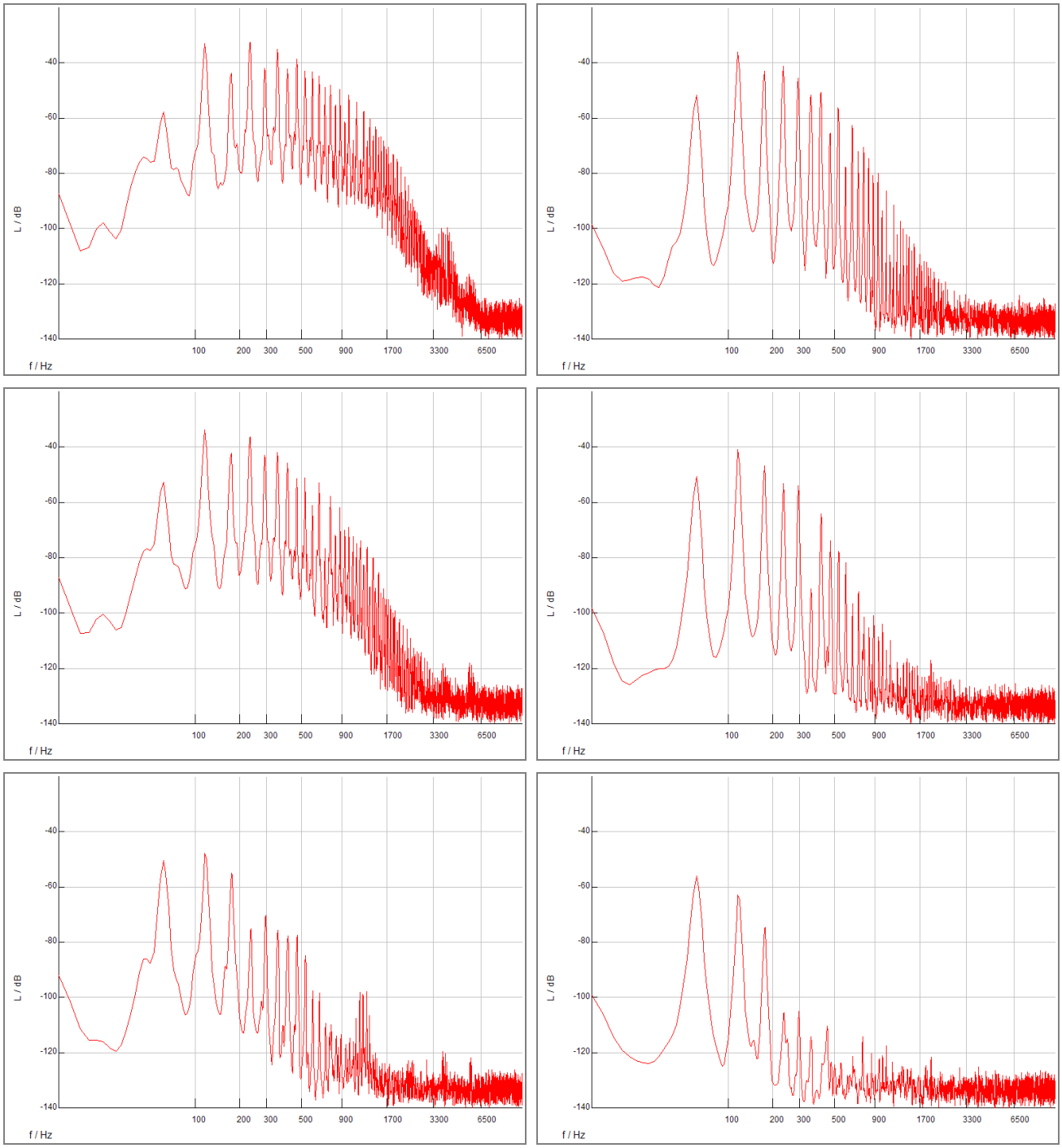

Abb. 7.9: Kontra-B (f_1 ~ 58 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

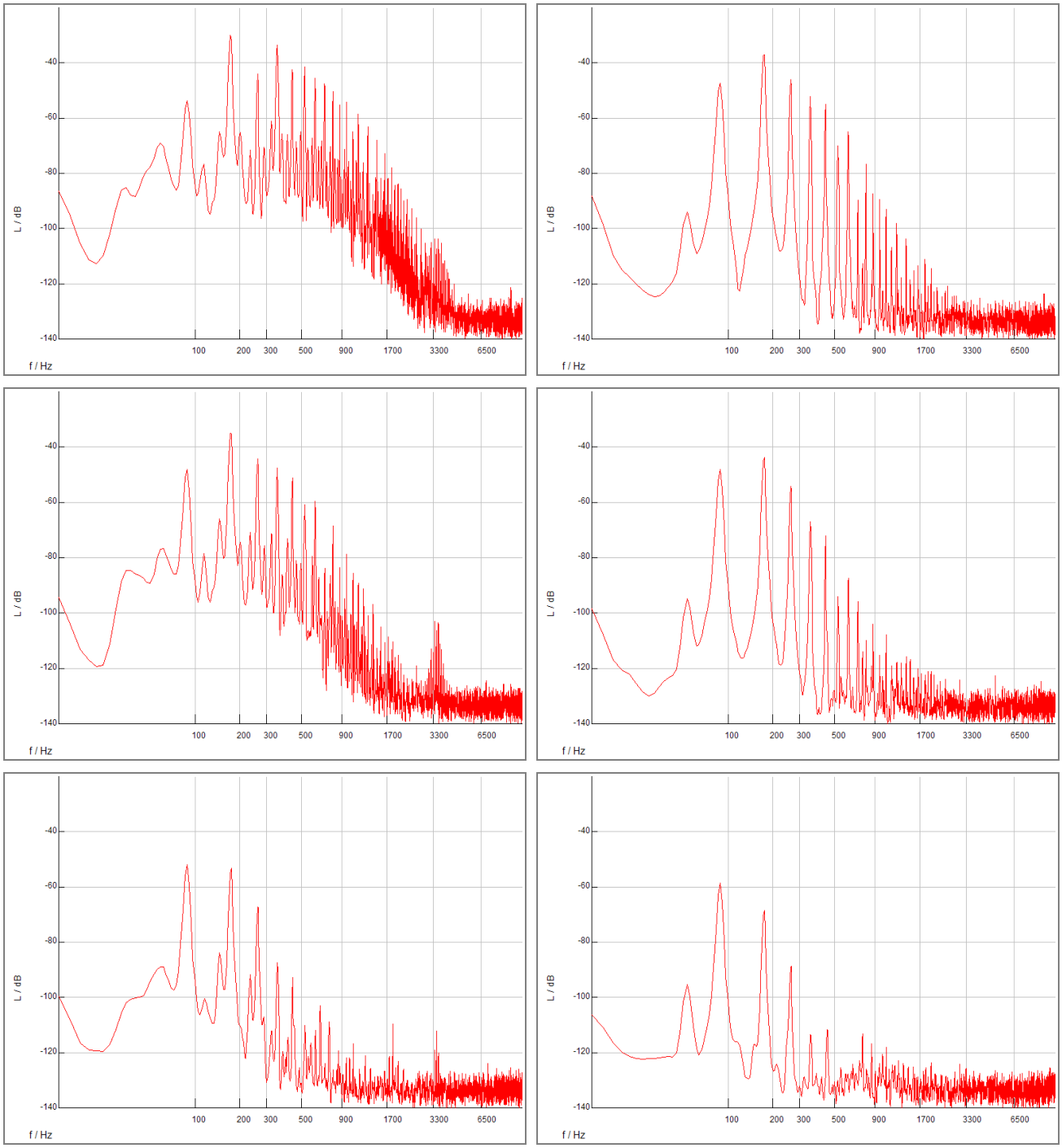

Abb. 7.10: F (f_1 ~ 87 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

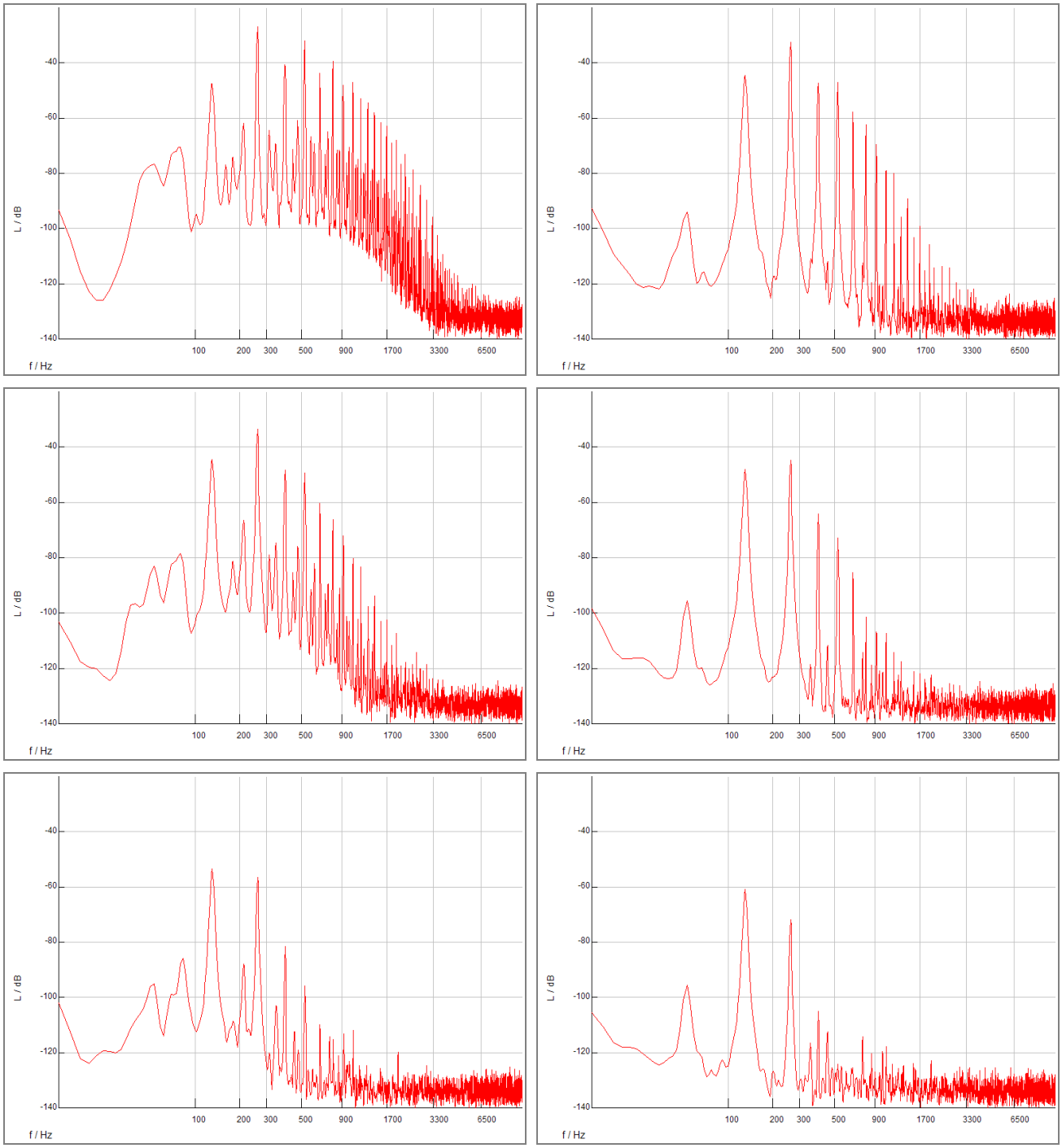

Abb. 7.11: c (f_1 ~ 131 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

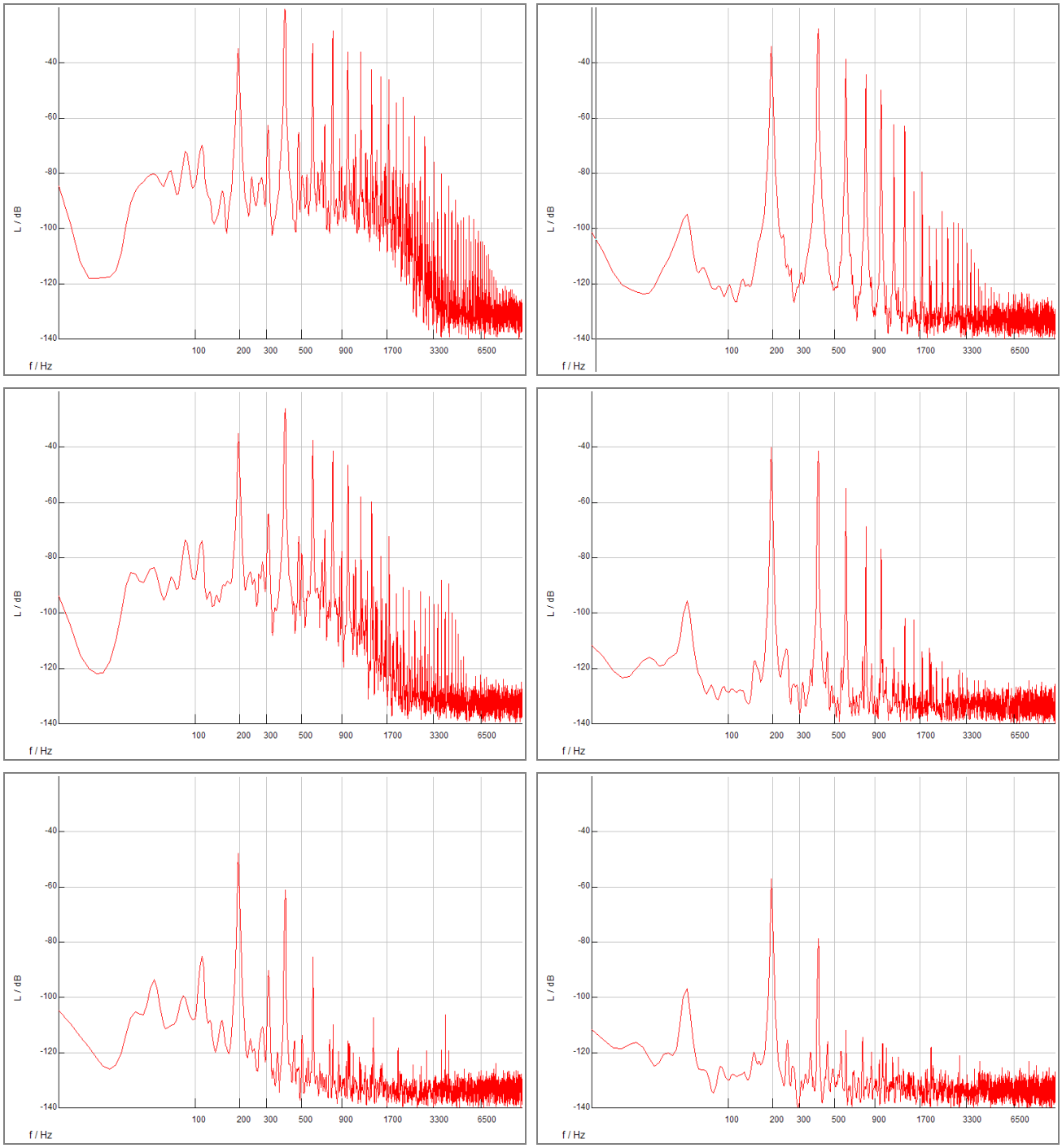

Abb. 7.12: g (f_1 = 196 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

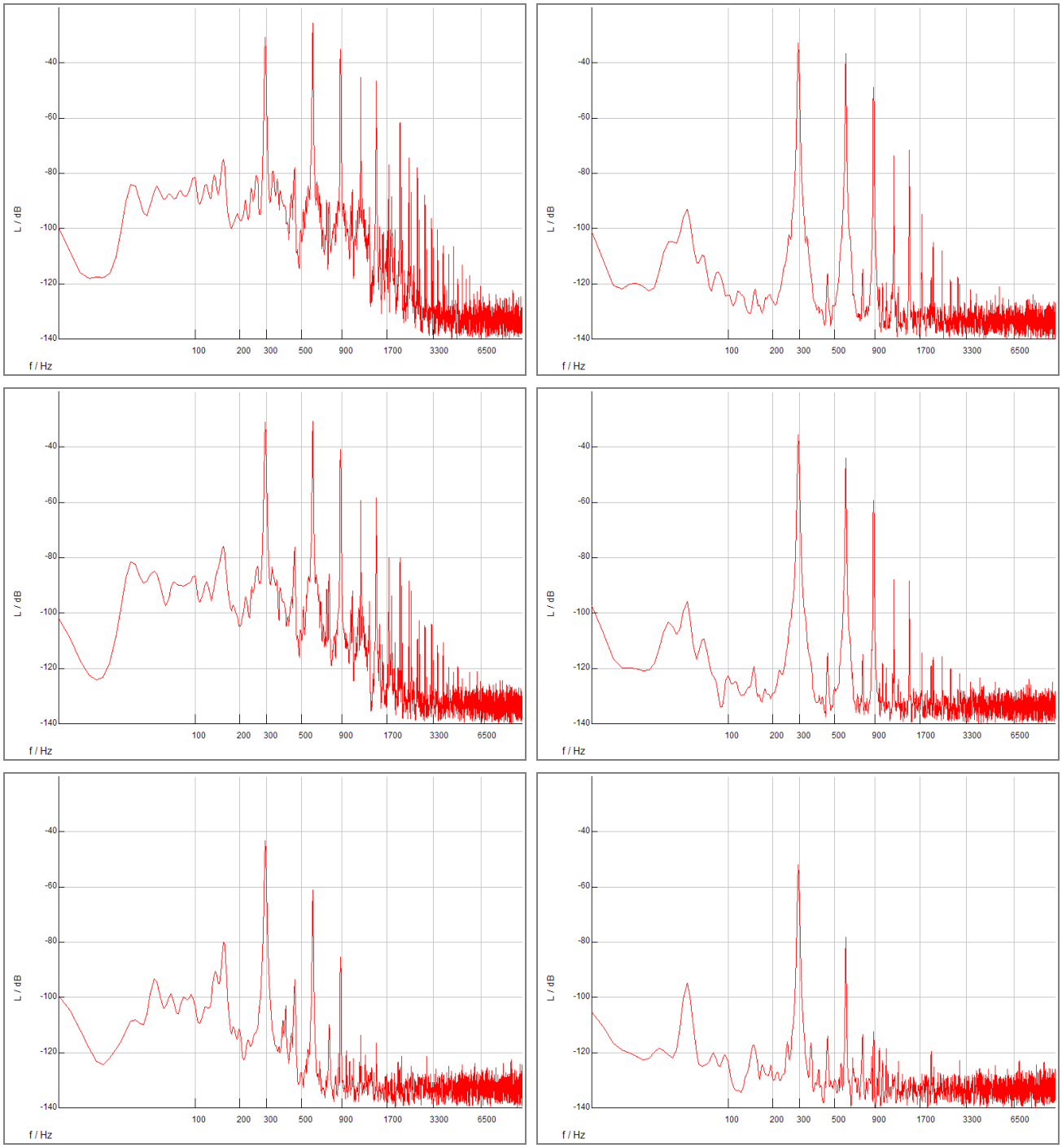

Abb. 7.13: d' (f_1 ~ 294 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

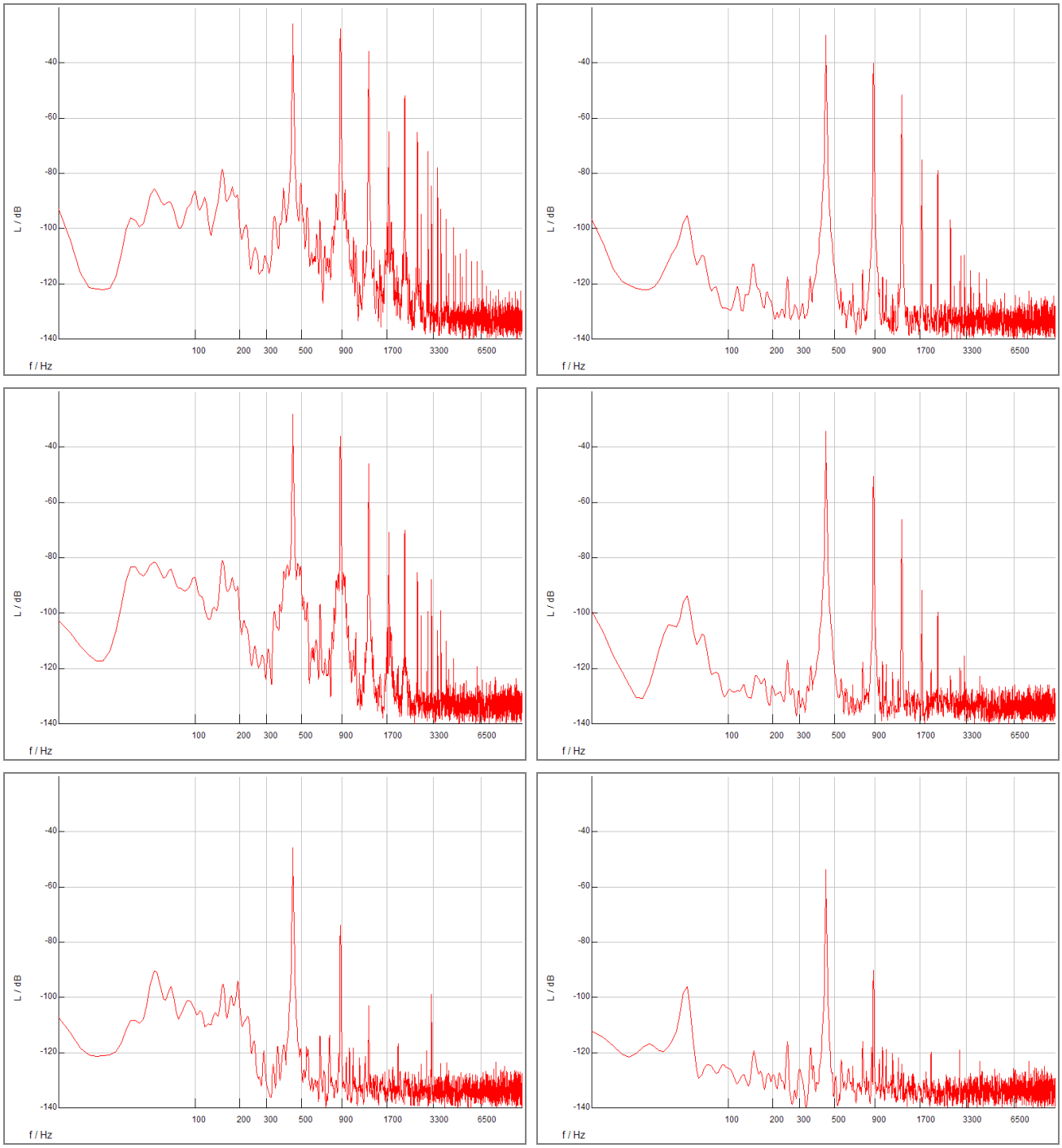

Abb. 7.14: a' (f_1 = 440 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

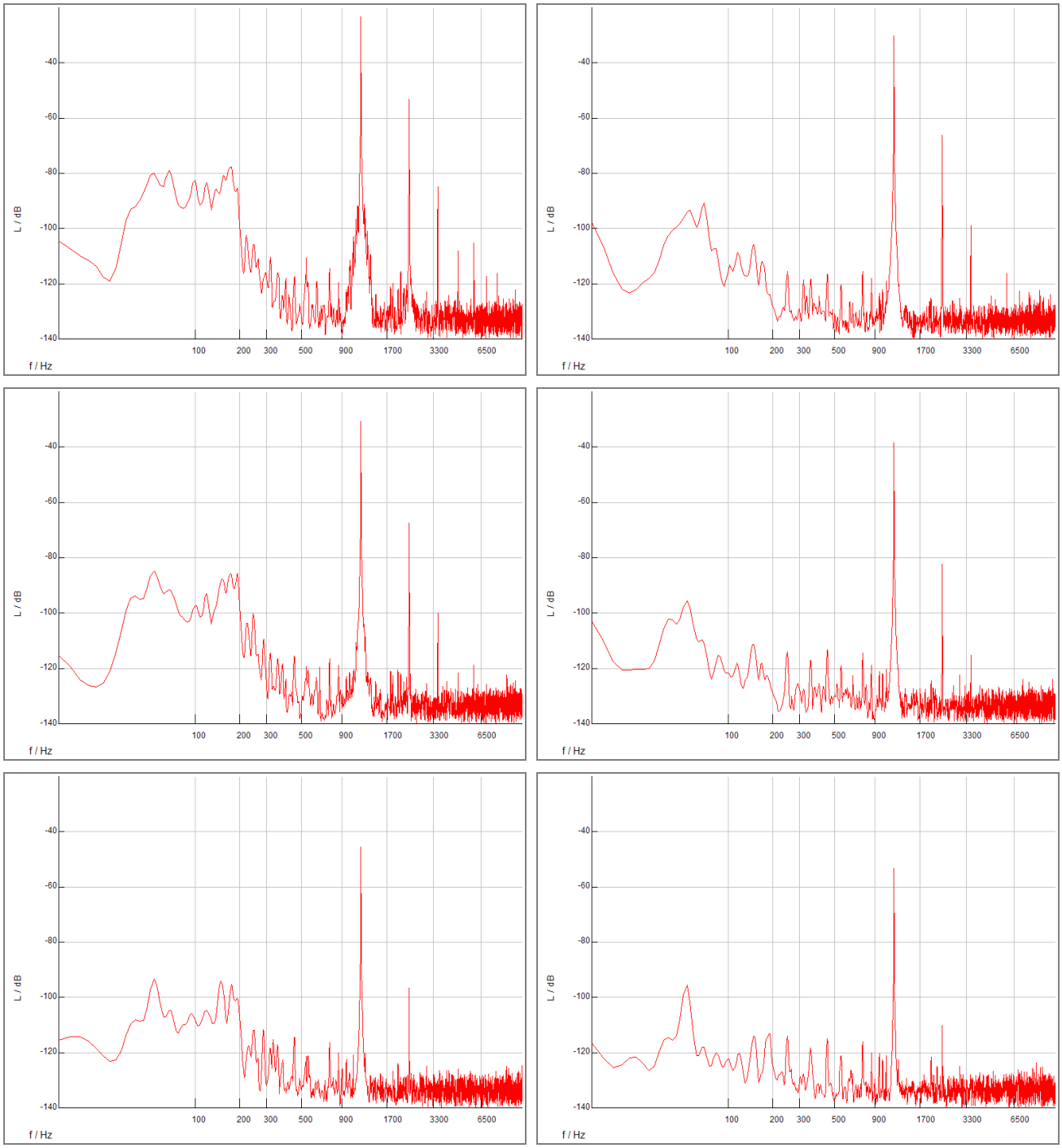

Abb. 7.15: d''' (f_1 ~ 1175 Hz) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zu den Zeitpunkten t_{max} (links) und t_{-10} (rechts).

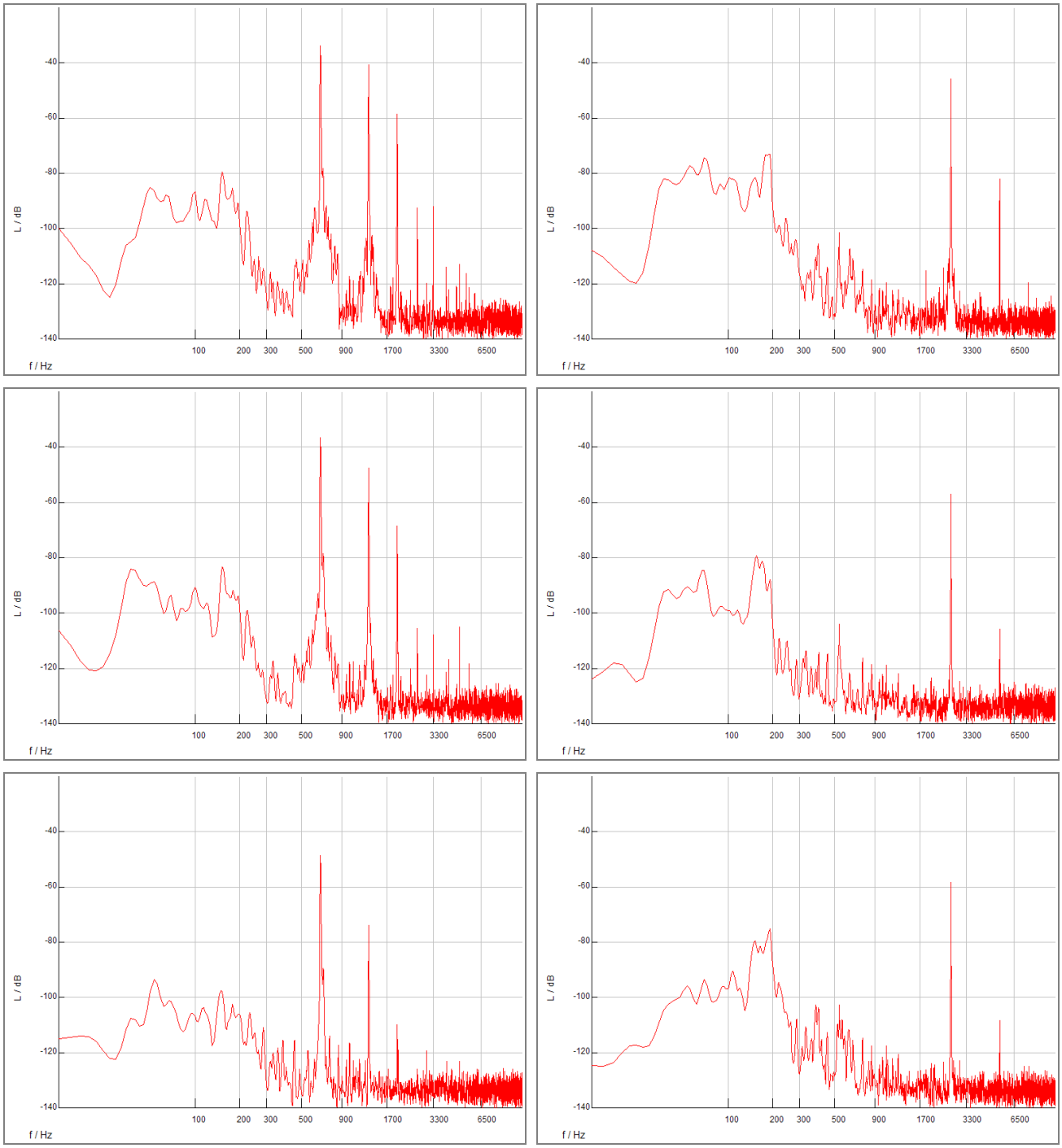

Abb. 7.16: e'' (f_1 ~ 659 Hz, links) und e'''' (f_1 = 2637 Hz, rechts) in den Dynamikstufen *ff* (oben), *mf* (Mitte) und *pp* (unten) zum Zeitpunkt t_{max}.

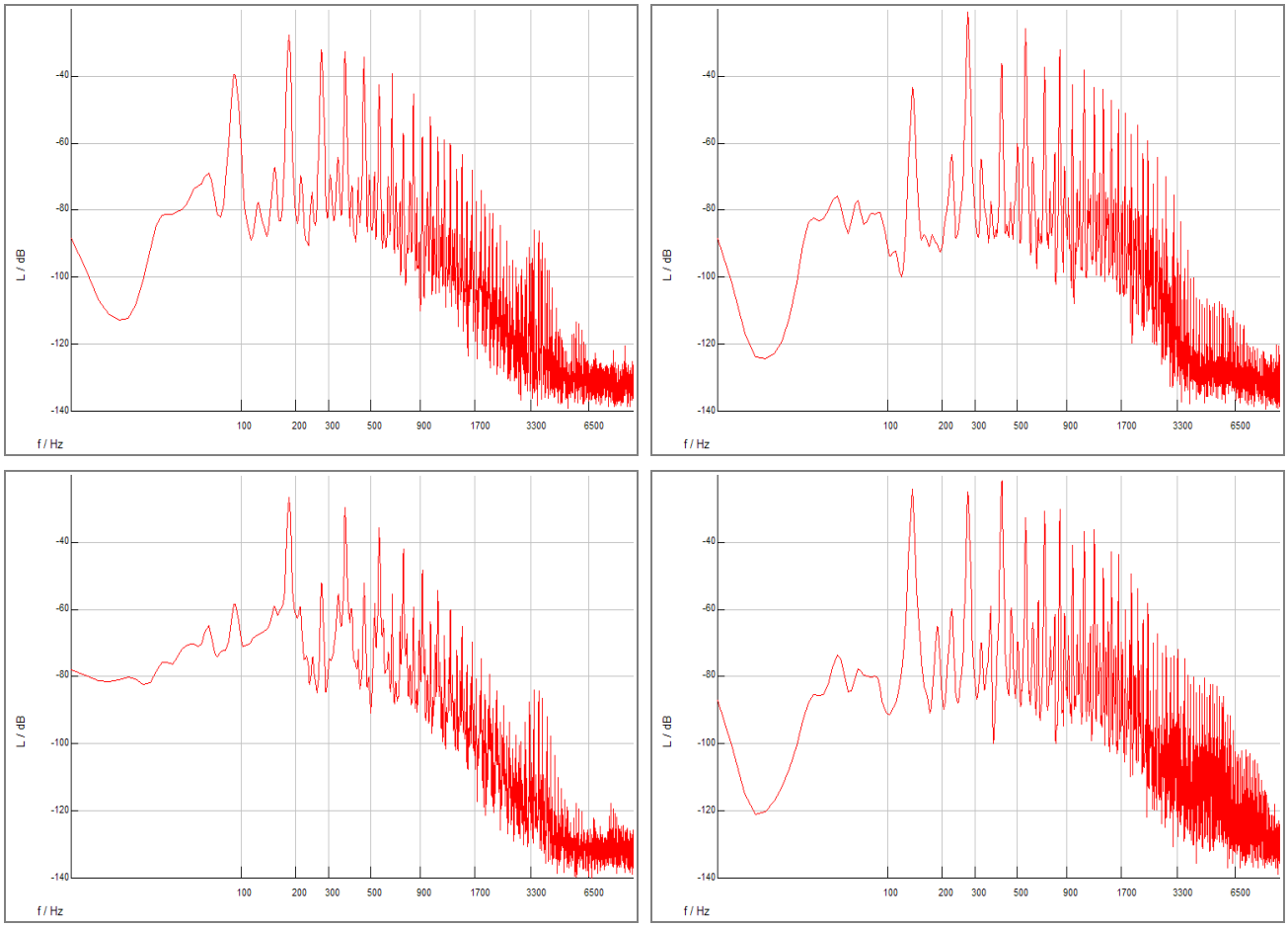

Abb. 7.17: Auswirkung verschiedener *Tine*-Positionen auf zwei *ff*-Klänge zum Zeitpunkt t_{max}:
Links: Fis (f_1 ~ 93 Hz), dabei *Tine* in Normalposition (oben) und direkt vor der Mitte des Tonabnehmers (unten).
Rechts: cis (f_1 ~ 139 Hz), dabei *Tine* in Normalposition (oben) und weiter nach oben gerichtet (unten).

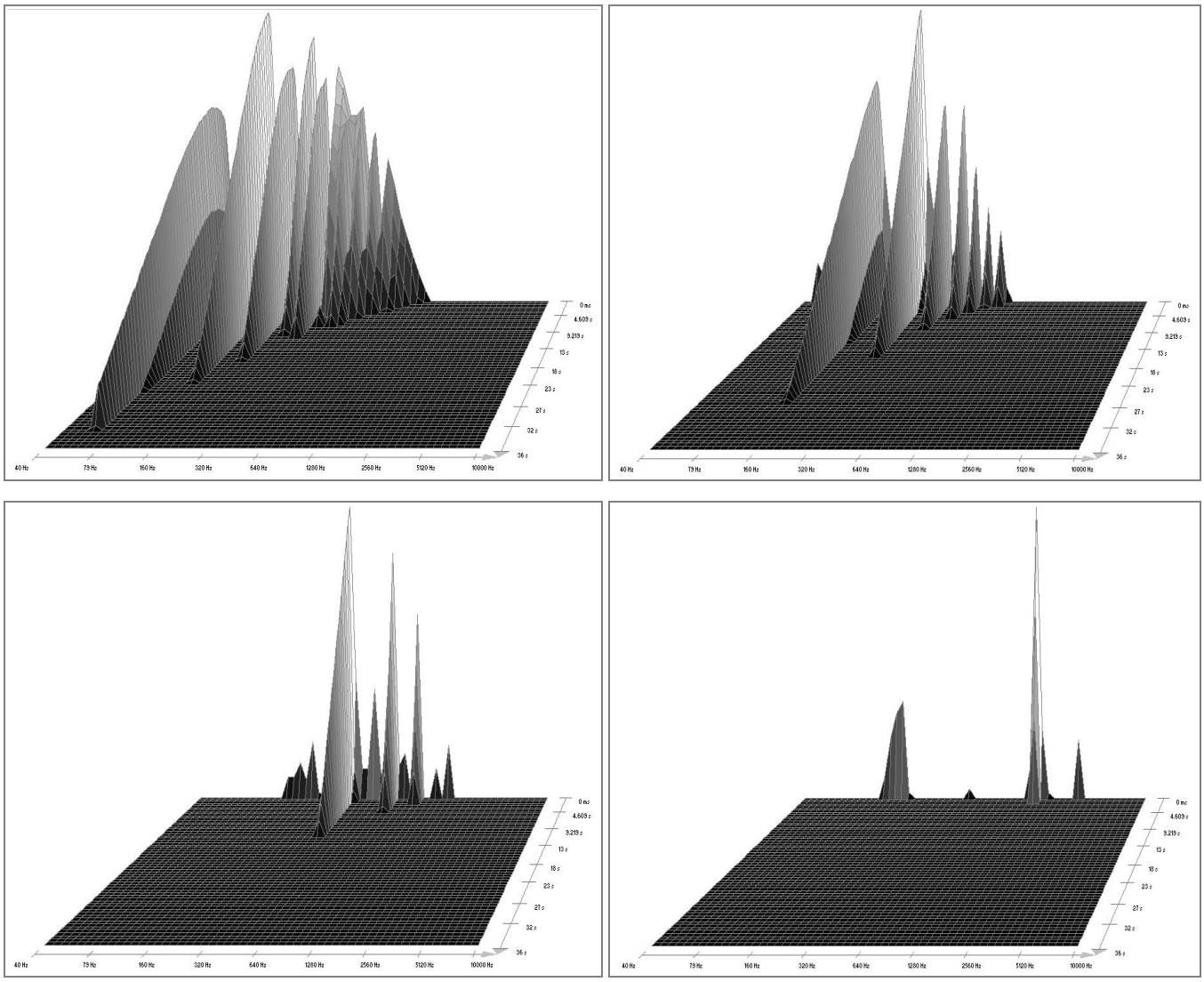

Abb. 7.18: Zeitlicher Verlauf der Frequenzspektren der *mf*-Klänge Kontra-B ($f_1 \sim 58$ Hz, oben links), c ($f_1 \sim 131$ Hz, oben rechts), a' ($f_1 = 440$ Hz, unten links) und a''' ($f_1 = 1760$ Hz, unten rechts). Die Darstellungen sind jeweils auf den stärksten Teiltonpegel normalisiert, so dass aus ihnen nicht die absoluten Intensitätsverhältnisse der Klänge zueinander hervorgehen.

Weitere Klangspektren befinden sich auf dem beigefügten Datenträger.

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Magisterarbeit selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß anderen Werken entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen und ist weder ganz noch im Auszug veröffentlicht.

Berlin, den 23.06.2009

Torsten Wendland