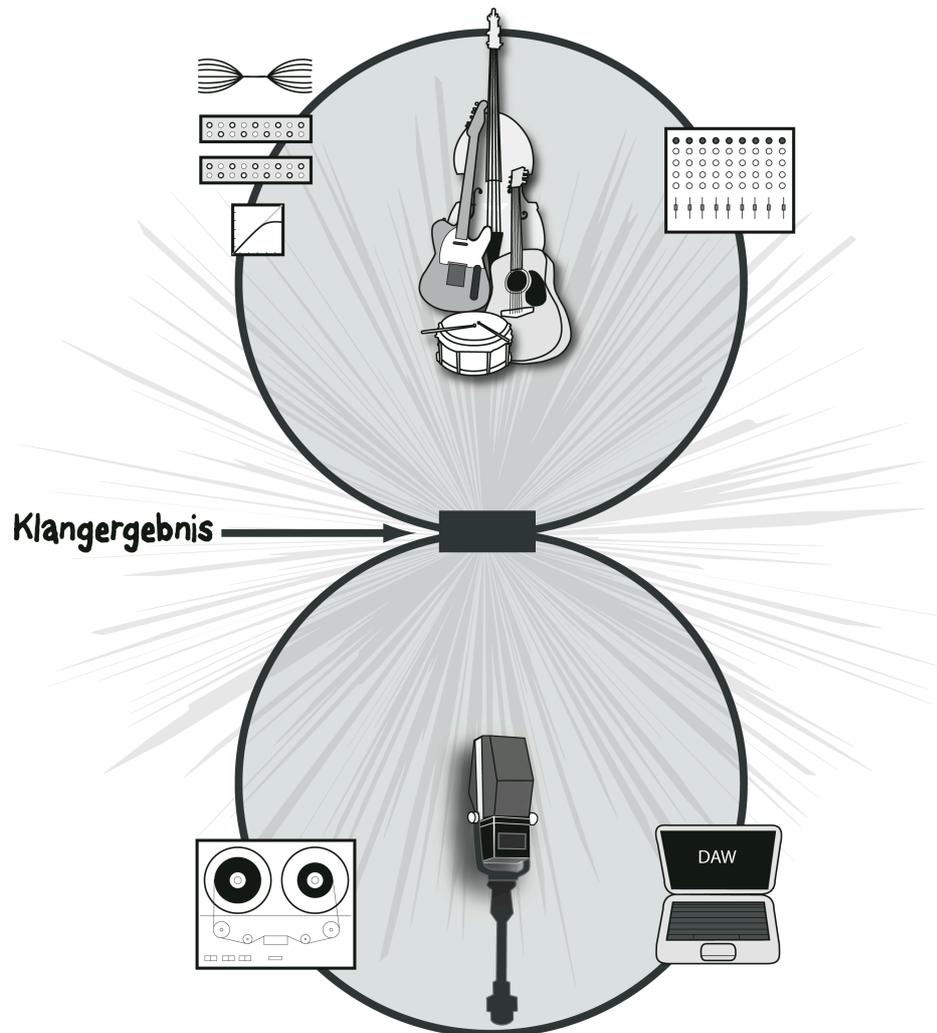


THE SOUND OF THE FIFTIES

Umsetzung von authentischen Klängen mit Hilfe moderner Technik



Masterarbeit

im Studiengang Elektronische Medien
(Schwerpunkt Medientechnik)

vorgelegt von

Rawand Ahmad

Matrikel Nr. 19792

an der Hochschule der Medien, Stuttgart

am 01. März 2010

Prüfer:

Prof. Oliver Curdt

Prof. Jens-Helge Hergesell

Praxisbetreuer:

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Schulz

Abstract

Im Zeitalter von mehrkanaligen digitalen Workstations und Korrekturprogrammen für Tonhöhe und Rhythmus erscheint es widersinnig, freiwillig auf den Komfort der modernen Studioteknik zu verzichten. Eine Begründung für einen solchen Verzicht kann plakativ über nostalgische Beweggründe oder aber über den zweckgebundenen Einsatz von Vintage Technik erfolgen.

In diesem Sinne wurde im Rahmen der vorliegenden Thesis die Fragestellung erörtert inwiefern zur heutigen Zeit eine Verbindung von moderner Technik und Vintage Geräten erfolgen kann. Ziel ist es beider Seiten Vorteile zur Kreation authentischer Klänge der 1940er bis 1960er Jahre einzusetzen. Dafür wird ein Tonstudio mit entsprechender Technik ausgestattet und der Aufbau von Netzteilen und weiteren Geräten eigens durchgeführt.

Auf dem praktischen Wege sollen die Produktion Lösungsansätze aufzeigen, die dem Vergleich mit Originalen aus der Ära der 1940er bis 1960er Jahre standhalten und als authentisch eingestuft werden können.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut wurde im Text gekennzeichnet. Sämtliche verwendeten Quellen sind im Literaturverzeichnis nachgewiesen.

Stuttgart, den 01. März 2010

Rawand Ahmad

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Woraus bestand der Sound der Fünfziger?	7
2.1	Populärmusik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts	7
2.1.1	Blues	7
2.1.2	Rhythm & Blues	11
2.1.3	Country	14
2.1.4	Rockabilly	17
2.1.5	Rock'n'Roll	19
3	Merkmale der Musikproduktion in den 1950er Jahren	21
3.1	Instrumente & Verstärker	21
3.1.1	Akustische Western Gitarren	21
3.1.2	Elektrische Gitarren	23
3.1.3	Gitarrenverstärker	28
3.1.4	Kontrabass	30
3.1.5	Schlagzeug	32
3.1.6	Weitere Instrumente	33
3.2	Technische Ausstattung der Tonstudios	34
3.2.1	Mikrofontechnik	34
3.2.2	Verstärkertechnik	38
3.2.3	Mischpulttechnik	54
3.2.4	Aufnahmetechnik	59
3.2.5	Effekte	63
4	Praxisteil A: Einrichtung eines Tonstudios nach den aufgeführten Gesichtspunkten	68
4.1	Technische Anforderungen	68
4.1.1	Definition der Ziele	68
4.1.2	Die Auswahl der passenden Studioausstattung	71
4.1.3	Erstellung eines Grundsetups	75
4.2	Selbstbau von Netzteilen und Peripherie	76
4.2.1	Die Integration der Rundfunkmodule	76

4.2.2	Praktische Durchführung des Selbstbaus	81
4.2.3	Messungen	83
4.2.4	Erdungskonzepte	88
4.2.5	Der Telefunken V672 Vorverstärker als Fallbeispiel	89
4.2.6	Zeitaufwand für Fertigung, Montage und Inbetriebnahme.....	92
4.2.7	Die Effektgeräte	92
5	Praxisteil B: Produktion von Musikbeispielen	98
5.1	Workflow 1.....	98
5.1.1	Spezielle Anforderungen von Hillybilly / Western Swing.....	98
5.1.2	Produktion mit Devils & Söhne	99
5.2	Workflow 2.....	105
5.2.1	Spezielle Anforderungen von Rockabilly / R&B	105
5.2.2	Produktion mit The Lonesome Drifters	106
5.3	Workflow 3.....	112
5.3.1	Spezielle Anforderungen von Modern Rockabilly.....	112
5.3.2	Produktion mit The Fenders 55	113
6	Fazit	117
7	Quellenangaben.....	120
7.1	Literatur	120
7.2	PDF Dokumente	121
7.3	Internetquellen	122
7.4	Wikipedia	123
7.5	Abbildungsverzeichnis.....	124
7.6	Audio CDs.....	129
7.6.1	Audio CD 1 begleitend zum Theorieteil der Arbeit.....	129
7.6.2	Audio CD 2 begleitend zum Praxisteil der Arbeit.....	129
7.7	Anhang	130

1 Einleitung

Während sich die Musikproduktion heutzutage stetig weiter in die Richtung vollkommener Klangkontrolle und Beeinflussbarkeit des musikalischen Inhalts entwickelt, lag ihr Ursprung doch zunächst in der simplen Dokumentation musikalischer Ereignisse. Diese scheinbare Diskrepanz in der Herangehensweise von Produktionen wurde durch technischen Fortschritt und die Evolution der Arbeitsweisen von Toningenieuren ermöglicht; beides Resultate, die aus objektiver Sicht zu begrüßen sind. Doch kann man sich fragen, ob stetige Kontrolle und maximale Flexibilität einen negativen Einfluss auf die ursprüngliche Spontaneität von musikalischen Aufführungen ausüben und bei der Aufnahme von Musikgenres, die sich gerade durch wilde, spontane Performances profilieren, ein gewisser Anteil hiervon verloren geht. Im Ansatz wurde diese Problematik bereits in der vorangehenden Veröffentlichung des Autors untersucht¹, in der mit Probandenversuchen die positive Wirkung einer Live-Aufnahme auf die musikalische Performance unterstrichen wurde. Nach diesen Versuchen verfolgte der Autor bei Studioproduktionen stets das Ziel, durch live aufgenommene Produktionen die Essenz der Musik möglichst originalgetreu einzufangen.

Seit dem ersten Kontakt mit Bands, die sich der Musik der 1940er bis 1960er Jahre verschrieben haben, wurde klar, dass für solche Musik Studioproduktionen notwendig sind, die der authentischen Performance der Bands bei den Live-Auftritten gerecht werden. Aus der Leidenschaft für die Rock'n'Roll Musik der Fünfziger Jahre heraus entstand die Idee im Rahmen dieser Master Thesis die klanglichen Faktoren zu untersuchen, die eine Studioproduktion für vergleichbare Musik ausmachen und relevant sind, um eine authentisch klingende Aufnahme zu produzieren. Die Notwendigkeit, sich diesem Thema zu widmen wurde zudem durch viele Aussagen von Musikern, die den Aufnahmen aus der erwähnten Ära der Popmusik einen besonderen Zauber zusprechen und den sie bei modernen Aufnahmen vermissen unterstrichen. Nicht nur das klangliche Resultat, auch die Arbeitsweise wäh-

¹ Vgl. Ahmad (2008), Bachelor Thesis - Postproduktion von Popmusik

rend den Aufnahmen entspricht laut der Erfahrung der Musiker nicht dem Gefühl, das die Musik zu vermitteln versucht.

Fragestellung

Doch wo liegen die Ursprünge für diese Vorlieben, was ist die Motivation eines Rock'n'Roll Künstlers und welchen Instrumenten bedient er sich? Wie sah eine typische Studioumgebung in der Ära de Rock'n'Rolls aus und welche technischen Veränderungen grenzen die heutigen Tonstudios davon ab?

Vorgehensweise

Um diese Fragestellungen zu ergründen, soll im ersten Teil der Thesis ein Überblick der vorherrschenden Musikgenres der 1940er bis 1960er Jahre gegeben werden; der Fokus wird hier auf die USA als Geburtsstätte des Rock'n'Rolls gelegt. Hierbei werden die Verwandtschaften der Genres, aber auch Verzahnungen und Widersprüche beleuchtet. Als Soundtrack dieser musikgeschichtlichen Betrachtungen wird auf entsprechende Hörbeispiele verwiesen, die der Arbeit in Form einer Audio CD beigelegt sind. Darüber hinaus sollen die Eigenheiten von typischen Instrumenten der Rock'n'Roll Musik beleuchtet und Verweise auf bekannte Vertreter gegeben werden. Um den theoretisch-geschichtlichen Teil der Thesis abzuschließen, werden im Kapitel 3.2 die relevanten technischen Grundlagen für die Tonstudioteknik der 1940er bis 1960er Jahre aufgezeigt und auf verbreitete Bautypen hingewiesen.

Im Praxisteil A wird der Frage nachgegangen, wie eine Symbiose von Vintage Technik und modernen Elementen in einem realen Tonstudio aussehen kann, was bei einer solchen Verbindung zweier Philosophien zu beachten ist und wo sich Schwierigkeiten ergeben. Das Ziel hierbei besteht darin, das im Umfang der Master Thesis gegründete Tonstudio *Black Shack* auszustatten, in Betrieb zu nehmen und schließlich einige technische Gerätschaften im Selbstbau zu fertigen. Hierbei werden Prioritäten zwischen notwendiger Vintage-Technik und eventueller Austauschbarkeit durch moderne Geräte gesetzt.

Für den Praxisteil B sollen drei mögliche Arbeitsabläufe entwickelt und mit verschiedenen Bands in einer Aufnahmesituation getestet werden. Dabei wurden die Abläufe aktiv und spontan an die Anforderungen der Musiker angepasst.

2 Woraus bestand der Sound der Fünfziger?

2.1 Populärmusik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Um die populären Musikstile Amerikas in den 1950er Jahren verstehen und beurteilen zu können, ist das Wissen über ihre Bestandteile und musikalischen Einflüsse unabdinglich. Durch die Vielzahl an vorhandenen Kulturen und sozialen Schichten, gibt es hier zahlreiche verschiedene Hintergründe, die sich schließlich ab den 50er Jahren zu der musikalischen Erscheinung des Rock'n'Rolls entwickelt haben. Die folgenden Passagen sollen verdeutlichen, wie verschiedene Nationalitäten, zu der Entstehung einer bis heute währenden Musikform beigetragen haben. Im Fokus der Betrachtungen stehen die europäischen und afrikanischen Einflüsse.

2.1.1 Blues

Der Einfluss der Blues Musik auf die moderne Rockmusik erstreckt sich vom zwölf-taktigen Blues-Schema, über spezielle Gitarrenzupftechniken, bis hin zu neuen Textinhalten, wie Unterdrückung Liebschaften, und Partys, die erstmals im Blues so klar zur Sprache kamen. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit den Ursprüngen der Musikrichtung Blues.

Entstehung

Im Jahre 1619 wurden die ersten afrikanischen Sklaven von einem holländischen Schiff nach Nordamerika verkauft, was den Grundstein für eine Jahrhunderte währende Unterdrückung und Ausbeutung legte, die die Afroamerikaner und ihre Nachfahren durchleben mussten. Die meist in den südlichen Gebieten Nordamerikas arbeitenden Sklaven, wurden dort für die Ernte und Weiterverarbeitung von Baumwolle auf den Plantagen der Gutsherren beschäftigt. Doch im Vergleich zu den weißhäutigen Knechten, die in der Regel der *indentured servitude*² verpflichtet waren, gab es für die schwarzen Sklaven kein Ende ihrer Dienstzeit, auf das sie

² Beschreibt die vertraglich abgesicherte Beziehung zwischen einem Immigranten und einem Grundbesitzer, besonders in Kolonien, wie Virginia um 1600 sehr verbreitet. Hierbei verpflichtet sich der Immigrant für eine Arbeitszeit von 7-8 Jahren und erhält im Gegenzug die Möglichkeit der Überfahrt nach Amerika. Während der Verpflichtung ist die Verpflegung sichergestellt.

hinarbeiten konnten. Sie blieben stets dem Dienst ihren Gutsherren gegenüber verpflichtet.³

„Wenn du dich nachts hinlegst und du wälzt dich von einer Seite auf die andere und kannst nicht schlafen, was ist dann los? Der Blues hat dich.“ Lead Belly⁴

Die Sklaven bildeten eigene musikalische Ausdrucksformen und verarbeiteten damit die Unterdrückung durch die weißen Kolonialherren. So wurde während der Arbeit, auf dem Feld, in Gefangenenlagern, in der Kirche oder abends nach der Arbeit der Musik nachgegangen. Die musikalischen Fertigkeiten für die daraus hervorgehenden musikalischen Stile brachten die Sklaven aus ihrer Heimat Afrika mit, wo Musik ebenfalls stark verwoben mit dem alltäglichen Leben praktiziert wurde und somit tief in der Alltagskultur verankert war.



HÖRBEISPIEL

01 – Leadbelly – Good morning blues

02 – Alan Lomax „Negro prison blues“ – Early in the morning



Merkmale

Unverkennbare Einflüsse auf die Form des Blues, stellen die afrikanische Rhythmik, Polyphonie und spezielle Skalen dar.⁵ Dabei finden sich polyphone Strukturen sowohl auf harmonischer, als auch auf metrischer Ebene wieder. Während in der in Europa verbreiteten Dur-Skala lediglich Ganz- und Halbtonschritte auftauchen, nutzt der Blues in seinen Skalen Ganz-, Halb- und Eineinhalbtonschritte, die in der Anordnung sehr große Ähnlichkeit mit den afrikanischen Penta- oder Heptatoniken aufweisen. In einer Darstellung von Sonnier werden diese Unterschiede und Gemeinsamkeiten gegenübergestellt und führen letztendlich zu dem Schluss, dass der Einfluss westafrikanischer Musikkultur auf die Entwicklung des Blues entscheidend ist, die europäischen Skalen und Rhythmen jedoch starke Divergenzen im Vergleich dazu aufweisen.⁶ Während europäische Liedkunst harmonisch teilweise auf komplexe Weise mit Blockakkorden und Voicing aufgebaut ist, baut die

³ Vgl. Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 18

⁴ Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 71

⁵ Vgl. Sonnier, Jr. Austin (1994), S. 8

⁶ S. Anhang 7.7.1

afrikanische Musik eher auf einfachen, gleichzeitig ablaufenden und sich wiederholenden Strukturen auf. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Rhythmik.⁷ Dennoch hätte sich der Blues in seinem Heimatland auf eine völlig andere Weise entwickelt. Dies zeigt sich deutlich an den musikalischen Merkmalen der zeitgenössischen Blues Musik aus Mali, mit deren bekanntester Vertreter Ali Farka Touré.⁸ Während die Musiker in Afrika mit ihren eigens für ihre Musik entwickelten Instrumenten spielen, mussten die Sklaven, mit der neuen Situation konfrontiert improvisieren.

„[...] They were able to coax the sounds of home from those instruments, sounds that were still moving about the insides of their heads and caused a physical and psychological calm in an otherwise hostile atmosphere.“⁹

So wurden europäisch temperierte Instrumente kurzerhand durch Umstimmung an die afrikanischen Skalen angepasst oder vollständige Neuschöpfungen vollführt. Die Herkunft des Banjos wird bekanntermaßen auf die westafrikanischen Kürbisgitarre *Banjar* zurückgeführt. Ihre Ausführung wurde an die, meist spärlichen, vorhandenen Möglichkeiten zur Herstellung angepasst.¹⁰ Erst die als Reaktion auf die Stimmung der europäischen Instrumente entstandenen Open Tunings¹¹ der Blues Gitarristen ermöglichten das virtuose und rhythmisch akzentuierte Spiel von Gitarristen wie Blind Willie McTell oder später Keith Richards.

Vorangestellt an den Einsatz von herzustellenden Instrumenten stand jedoch der Einsatz der Gesangsstimme, die in Ausdruck und Tonalität keineswegs an neue Gegebenheiten angepasst werden musste und wohl die intensivste Verbindung zum Ausdruck in der afrikanischen Musik und die größte Neuerung im Vergleich zur damaligen Musikkultur darstellt.

„In the fields of the South where most blacks spent a good deal of their lives, a new type of song had developed, a moaning, downhearted sound that rose up from the heavy burdens of slave life. It was somewhat related to the spirituals but had a different texture and could only be described as „the blues“¹²

⁷ Vgl. Sonnier, Jr. Austin (1994), S. 12

⁸ S. beiliegende Audio-CD 1, Titel 03 Ali Farka Touré with Ry Cooder - Gomni

⁹ Sonnier, Jr. Austin (1994), S. 11

¹⁰ Vgl. Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 27

¹¹ Beim Open Tuning wird die Stimmung der Saiten nicht in Quarten, sondern mit Oktaven, Quinten und Terzen vorgenommen, woraus sich beim einfachem Anschlagen bereits ein Akkord ergibt.

¹² Sonnier, Jr. Austin (1994), S. 22

Über das erste Erscheinen des Begriffes und der Musik des Blues gibt es verschiedene Meinungen. Während Sonnier sich auf Aussagen von Zeitzeugen, wie Jerry Roll Morton, Ma Rainey und W.C. Handy stützend von ersten öffentlichen Aufführungen um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert ausgeht¹³, weist Wyman in seinem 2001 erschienen Buch darauf hin, dass die Form des Blues sich bereits um 1870 soweit gefestigt haben musste, dass man von einem Musikstil reden konnte. Die bis heute schleppend voranschreitenden Entwicklungszyklen des Blues unterstreichen diese These.¹⁴ Als direkte Vorgänger, die bereits das markante Gefühl des Blues thematisierten können die *Work Songs*, *Spirituals*, aber auch der *Ragtime* genannt werden. Die *Work Songs* und später die *Field Hollers*, halfen mit ihren melodisch ziselierten Schreien, die schwere Arbeit erträglicher zu machen. Oft wurde der monotone Arbeitsrhythmus in die Vokalstücke integriert und legte die Grundlage für legendäre Stücke, wie z.B. *John Henry*. Zu den Spiritual- und Gospelsongs kamen die Sklaven durch die Kirchen, die anfangs die einzigen erlaubten Versammlungsorte darstellten. Hier entwickelte sich der leidenschaftliche Gruppengesang, mit *Call-And-Response* und polyphonen Chören. Beim Ragtime versuchten schwarze Pianisten den Klang von großen Brass Bands und das Zupfspiel des Banjos mit ihren Pianos zu imitieren und entwickelten in Anlehnung an europäische Polkas und Walzer einen wichtigen, populären Musikstil der 1890er Jahre. Der Ragtime wurde später sowohl als Bestandteil und Baustein des Blues, als auch in paralleler Form als Urahn des Jazz weitergeführt.¹⁵



HÖRBEISPIEL

03 – Ali Farka Touré with Ry Cooder - Gomni

04 – W.D. Stewart & Bennie Will Richardson – John Henry



¹³ Vgl. Sonnier, Jr. Austin (1994), Introduction

¹⁴ Vgl. Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 68

¹⁵ Vgl. Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 52 ff.

2.1.2 Rhythm & Blues

Obwohl der Rhythm & Blues¹⁶ als weiterentwickelte Form des Blues bezeichnet werden kann, spielte dieser Musikstil eine ganz eigene und ebenfalls fundamentale Rolle für die Entstehung des Rock'n'Rolls. Zu allererst ist dies darin begründet, dass die Songvorlagen, denen sich die ersten weißen Rock'n'Roll Künstler bedienten aus dem R&B kamen. So waren die ersten Hits von Pat Boone, Elvis Presley oder Johnny Cash Coverversionen bereits erschienener, aber weniger verbreiteter Blues oder R&B Hits.

Entstehung

Der R&B selbst geht aus dem Gospel, Big Band-Swing und dem Blues hervor. Er ist eine neue impulsive Form der Popmusik, die erstmals in den 1930er und -40er Jahren von der schwarzen Bevölkerung auf Partys und zur Entspannung gehört wurde.¹⁷ Er verbindet den mehrstimmigen Gesang aus dem Gospel, mit den Bläsesätzen des Swing und dies mit den textlichen Tabu-Themen des Blues. In dieser Zeit war die Musikkultur der weißen und starken Bevölkerung stark gespalten. Assoziiert wurden mit schwarzer Musik vor allem Laster, wie Zügellosigkeit und Primitivität, dennoch fand eine groß ausgelegte Vermarktung von Genres und Bezeichnungen, wie z.B. Jazz statt.¹⁸ Eine wichtige Wende in der Entwicklungsgeschichte des R&B stellte das Jahr 1949 dar, als *Billboard*¹⁹ die schwarze Hitparade von *Race* in *Rhythm'n'Blues* umbenannte.²⁰ Dies setzte offiziell das Zeichen, dass R&B bereits Jahre vor dieser Änderung als Musikstil existent war und durch die zahlreichen, kleinen Plattenfirmen verbreitet wurde.²¹ Dennoch war die Akzeptanz schwarzer Musiker bei der weißen Bevölkerung nicht sonderlich groß und erst als die damaligen Musikriesen *RCA*, *Victor* und *Capitol* sich durch die kleinen Labels der neuen Musikrichtung bedroht sahen, wurden die Schranken des Musikbusi-

¹⁶ Im Folgenden R&B genannt.

¹⁷ Vgl. George, Schnur (2002), S. 8

¹⁸ Vgl. George, Schnur (2002), S. 22

¹⁹ Das Billboard Magazine ist ein Fachblatt für Musik und Entertainment, dem in den USA große Wichtigkeit zugesprochen wird. Von Billboard werden Verkaufscharts für verschiedenste Genres erstellt und diverse Awards verliehen.

²⁰ Vgl. George, Schnur (2002), S. 43

²¹ Vgl. George, Schnur (2002), S. 44

ness für den R&B geöffnet.²² Bedeutende Labels, die stets kreative Talente gefördert haben und heute mit dem Begriff R&B in Verbindung gebracht werden, sind u.a. *Atlantic Records*, *Chess Records*, *Stax* und *Motown*.²³

Die geringen kommerziellen Erfolge schwarzer R&B Musiker, wurden sehr schnell durch weiße Künstler übertroffen, die mit Coverversionen bereits bekannter R&B Titel in die Charts einstiegen. Diese Künstler waren in der Lage ein viel größeres Publikum zu erreichen, als es den schwarzen Künstlern zu dieser Zeit möglich war.²⁴ Obwohl diese Ära oft mit Ausbeutung und Plagiatismus der schwarzen Musikkultur assoziiert wird, ist auch der Vorteil zu sehen, der sich für alle späteren R&B Musiker ergab. Ihr einst wenig verbreitetes Genre hatte enorm an Akzeptanz gewonnen und ermöglichte die weitere wechselseitigen Entwicklung zum Stil des Rock'n'Roll. Als wichtige Interpreten dieses Genres sind u.a. Louis Jordan, James Brown, Aretha Franklin oder Ray Charles zu nennen.



HÖRBEISPIEL

05 – Louis Jordan – Ain't nobody here but us chickens

06 – James Brown – Why do you do me



Merkmale

Wichtige Merkmale des R&B stellen unter anderem der neue Einsatz des Schlagzeuges als treibendes und leitendes Rhythmusinstrument und in seiner Spätphase die Ablösung des Kontrabasses durch den elektrischen Bass dar. Neben der Erhöhung der Lautstärke, durch eine rückkopplungsfreie Verstärkung, nimmt vor allem der kernige und einnehmende Klang des E-Basses großen Einfluss auf die Musik. Der E-Bass verstärkt den Fokus auf die Rhythmusgruppe, sodass diese nicht mehr als Begleitung für Piano und Bläser verstanden wird, sondern aus diesem Schatten hervortreten kann.²⁵ Da der R&B vorrangig als Tanzmusik zu verstehen ist, erklärt sich auch der Einsatz der elektrischen Gitarre, als Ersatz für die Akustikgitarre und

²² Vgl. Sonnier, Jr. Austin (1994) S. 85

²³ Vgl. George, Schnur (2002), S. 43

²⁴ Vgl. Sonnier, Jr. Austin (1994) S. 86.

²⁵ Vgl. George, Schnur (2002), S. 59

das Bottle-Neck Spiel²⁶, welche im Blues vorherrschend waren. Die E-Gitarre lässt ein prägnanteres Spiel zu und gibt die Möglichkeit die laut gewordene Rhythmusgruppe der Band zu übertönen. Auch der Gesang geht von einer monophonen oder call-and-response Form vermehrt zu einer Form des Quartettgesangs über, wie es in der Tanz- und Schlagermusik bereits der Fall war. Die allgemeine Betonung im R&B wird, angelehnt an den Boogie Woogie, auf den *Backbeat/Afterbeat*²⁷ gesetzt, was die Grundlage für den Rock'n'Roll legt und eine Entwicklung weg vom Swing-Rhythmus darstellt.²⁸ Der R&B hat sich zu vielen Unterarten weiterentwickelt und findet sich in der Musik des Soul, Funk, Disco und Rap wieder.²⁹

Eine kommerzialisierte Form des R&B stellt der *Doo Wop* dar, bei dem ein Gesangsensemble, meist mit Jugendlichen besetzt, von simplen Themen wie Teenagerliebe und Romantik singt. Die Ensembles werden meist mit einem Lead-Sänger, zwei Tenören, einem Bariton und einem Bass besetzt. Charakteristisch ist der Einsatz von Nonsense-Silben, die als Lückenfüller dienen und der Musikrichtung ihren Namen verliehen haben.³⁰ Die Songwriter der Doo-Wop Songs waren überwiegend in der *Tin-Pan-Alley*, einem Stadtteil New Yorks, ansässig. Dort befand sich seinerzeit eine große Zahl von Musikverlagen und von diesen beschäftigte Komponisten und Texter, die die Vorlagen für die Songs der unzähligen Doo Wop Formationen lieferten.



HÖRBEISPIEL

07 – The Coasters – I must be dreamin

08 – Frankie Lymon & Teenagers – Who can explain



²⁶ Durch einen abgesägten Flaschenhals werden beim Bottle-Neck Spiel gleitende Töne auf der Gitarre erzeugt.

²⁷ Musikalisches Stilmittel, das, vor allem beim Schlagzeug, eine Betonung der geraden Zählzeiten beschreibt.

²⁸ Vgl. Albold, Bratfisch (1989), S. 29

²⁹ Vgl. George, Schnur (2002), S. 8

³⁰ Vgl. George, Schnur (2002), S. 55

2.1.3 Country

Was Wyman als den Blues der Weissen³¹ beschreibt, ist eine weitere Ausprägung der indigenen Musik Nordamerikas und zielt auf Old-Time Music, Hillbilly oder auch Country ab. Diese Begriffe bezeichnen allesamt einen von den europäischen Siedlern entwickelten Musikstil, der sich ähnlich wie der Blues der Schwarzen, in der Unterschicht gebildet hat und demnach auch gewisse Ähnlichkeiten dazu aufweist.



HÖRBEISPIEL

09 – The Carter Family – No Telephone in heaven
10 – Milton Brown – Mama don't allow



Entstehung

Die Entstehung von Country Musik wurde unter anderem durch die sogenannten *Minstrel-Shows* angeregt. In diesen Shows wurde anfangs die schwarze Bevölkerung imitiert und oft auch verspottet. Später entwickelten sie sich aber zu einer Plattform für weiße und schwarze Unterhaltungsmusiker. Diese Shows verbreiteten die Blues Musik und schafften Vorbilder für unzählige Country Interpreten, die daraufhin auf dem Land und in den Vorstädten aufkamen.³²

Musiker, wie Jimmie Rodgers oder Hank Williams verdeutlichen, durch ihre musikalische Nähe zum Blues, dass diese beiden Genres sich stets wechselseitig beeinflussten und nur so eine Grundlage für eine spätere Zusammenführung bilden konnten.³³ Jimmie Rodgers gilt als wichtiger Vertreter, weil er die Verbindung von schwarzem Blues, weißen Jazz-Einflüssen und traditionellem Country zu einem eigenständigen Stil gebracht und damit Generationen von Country Interpreten geprägt hat. Charakteristisch für Rodgers Stil ist der Jodelgesang, der seine europäischen Wurzeln betont.³⁴

³¹ Vgl. Wyman, Havers, Hentz (2002), S. 178

³² Vgl. Carlin (1995), Introduction X

³³ S. Kapitel 2.1.4 u. 2.1.5

³⁴ Vgl. Carlin (1995), S. 396

Eine große Rolle bei der Entstehung der Country Musik spielte jedoch auch die kirchliche Musik, deren Lieder von den Country Interpreten oft mit den neuen Einflüssen, denen sie ausgesetzt waren, kombiniert wurden.

Die verschiedenen Entwicklungsstufen des Country lassen sich aufgrund ihrer Instrumentierung und besungenen Thematiken unterscheiden. Wurde in der Anfangszeit der Fokus auf Banjo, Mandoline und Geige gelegt, so wird beim Western Swing bereits mit einer kleinen Jazz-Band-ähnlichen Besetzung performt. Hier kamen erstmals das Schlagzeug, Piano und Steel String Gitarren beim Country zum Einsatz.

In den vierziger Jahren drängte der Retro-Trend, für den vordergründig Bill Monroe verantwortlich war, die Streicher und großen Besetzungen zurück. Beim sogenannten Bluegrass Stil wurde vermehrt das Banjo und die Mandoline eingesetzt und auch die Texte wandten sich eher ländlich, bäuerlichen Thematiken zu. Entgegen der ansetzenden Kommerzialisierung des Country stellte dies wiederum eine Zuwendung zu den Wurzeln dar: der ärmlichen Unterschicht Nordamerikas.

Ein Revolutionär, der ähnlich wie Rodgers durch seine einmalige Persönlichkeit und frischen Einflüsse in der Country Welt bekannt wurde, war Hank Williams. Seine Texte waren moderner, als die seiner Vorgänger und thematisierten im Vergleich zu den eher gesitteten Bluegrass Texten, das Nachtleben, Frauen, Alkohol, die Emotionen der Menschen und den Blues. Sein Stil wird als *Honky Tonk* bezeichnet, was durch die Verbreitung in den damaligen Honky Tonk Kneipen Texas' hergeleitet wurde. Die Honky Tonk Bands waren meist mit E-Gitarre, Steel Guitar, Schlagzeug, Geige, Akkordeon und Kontrabass besetzt.³⁵

Der weitere Verlauf der Country Geschichte steht vor allem im Zeichen der Stadt Nashville, die durch die beiden Köpfe Bradley und Atkins sowohl Bekanntheit, als auch wirtschaftlichen Erfolg für den Country brachte. Diese ging jedoch mit einer starken Annäherung zur Popmusik einher, was eine glatte, harmlosere Musik hervorbrachte, wie es der Country in seinem Ursprung eigentlich war. Unzählige Gegenbewegungen zum Nashville Sound sind bis heute anhaltend. Unmittelbar in der Entstehungszeit waren es Bands aus Memphis, vor allem geprägt durch den Engi-

³⁵ Vgl. Carlin (1995), S. 495

neer und Produzenten Sam Phillips.³⁶ In den Sechziger Jahren stieß Bob Dylan ein Folk Revival an, das hin zu Country-Outlaws, wie Willie Nelson und heute zu progressiven Musikern, wie Will Oldham³⁷, einem Vertreter des Alternative-Country geführt hat. Der Nashville Sound hat sich zu einem der größten Motoren des Musikgeschäfts entwickelt und bedient eine breite Masse der Öffentlichkeit mit harmlosen Popmelodien, die sich im Country Gewand ihrer Vorbilder präsentieren.³⁸³⁹



HÖRBEISPIEL

11 – Hank Williams – Honky Tonkin'

12 – Jimmie Rodgers – T for Texas (Blue Yodel No.1)



Merkmale

Einige Merkmale, wie die eigenständige Instrumentierung und die Dur-basierten Harmonien, legen jedoch nahe, dass die öfters verwandte Bezeichnung *Country Blues* nur auf das innere Gefühl der Interpreten und weniger auf die musikalischen Stilmittel abzielt. So findet sich bei den Hillbilly Interpreten öfter eine Fiddle⁴⁰, statt der Gitarre und auch die Gesangsphrasierungen unterscheiden sich von den der schwarzen Blues Sänger. Die Country Sänger sind stark von der europäischen Folklore geprägt, was sich in der Mehrstimmigkeit ihres Gesangs und den Phrasierungen zeigt. Die akustische Gitarre findet, anders wie beim Blues, keinen Einsatz als eigenständiges, expressives Medium, sondern wird meist als harmonische Akkordbegleitung leicht im Hintergrund gespielt. Auch der Wechselbass auf den tiefen Saiten der Gitarre, der später beim Rockabilly eine große Rolle sollte, wird hier bereits manifestiert.

³⁶ Sam Phillips ist der wohl bekannteste Engineer und Produzent der 1950er Jahre. Im Verlauf der Arbeit wird mehrfach auf ihn Bezug genommen, da seine Arbeitsweise und Studioteknik bestens dokumentiert ist.

³⁷ Will Oldham hat Songs unter dem Namen Bonnie Prince Billy veröffentlicht und bereits mit Produzenten, wie Steve Albini zusammenarbeitet. Country-Veteran Johnny Cash hat ihm auf einem seiner Alben, durch seine Coverversion von „I see a darkness“ seinen Respekt gezollt.

³⁸ Hank W. III, der als Musiker tätige Sohn von Hank Williams, singt auf seinem 2002 veröffentlichtem Album bezeichnenderweise von *Trashville* statt Nashville.

³⁹ Vgl. Carlin (1995), Introduction XVI

⁴⁰ Ugs. Ausdruck für eine Violine.

2.1.4 Rockabilly

*„Literally the wedding of rock and roll with „hillbilly“ or country music, **rockabilly** is a limited style but one that was highly influential in the mid-fifties.“⁴¹*

Ein Stil, den Elvis Presley zwar populär gemacht hat, den drei Generationen von Musikern jedoch bereits vor ihm eingeleitet haben, ist der des Rockabilly. Er entstand Anfang der Fünfziger Jahre und hatte seinen Ursprung zur Hauptsache in den sogenannten Juke Joints⁴² zu suchen, wo alte Hillbilly Klassiker auf Western Swing, Bluegrass und R&B trafen und von der Jugend konsumiert wurden. Das womöglich stärkste Wiedererkennungsmerkmal ist der ungestüm klingende Kontrabass, der durch seine Slap-Spielweise zum leitenden Rhythmusinstrument wird.

„[...] It was important back then that we worked a rhythm into the bass patterns, since I didn't use drums much in 1954.“ Sam Phillips⁴³

Dazu kommen die kräftig gespielte Westerngitarre und die prägnant gepickte E-Gitarre, die zusammen mit dem Sänger die Grundbesetzung eines Rockabilly Trios bildeten. Einige Gruppen setzten bereits früh ein simples Schlagzeug ein, um den wilden und stampfenden Charakter der Musik zu verstärken.⁴⁴ Eine genaue Entstehung dieses Stils ist schwierig zu beschreiben, da wie bereits erwähnt, Vorformen davon im Hillbilly und R&B zu erkennen sind.⁴⁵



HÖRBEISPIEL

13 – Elvis Presley – That's alright mama (alt. Take Sun Rec.)



14 – Charlie Feathers – Bottle to the baby

Fundamental für den Austausch zwischen den Kulturen waren auch die Radiosender, die letztendlich freie Zugänglichkeit zum R&B und Country gewährleisteten. Pionierarbeit leistete hier der Sender WDIA bei dem Künstler, wie B.B. King durch

⁴¹ Carlin (1995), S. 395

⁴² So wurden kleine Tanzbars bezeichnet, die mit Music-Boxen ausgestattet waren.

⁴³ Escott, Hawkins (1991), S. 68

⁴⁴ Vgl. Röglin (1993), S. 60

⁴⁵ Vgl. Carlin (1995), S. 395

eigene Sendungen eine Plattform für Unterhaltung und Bewerbung ihrer Auftritte erhielten.⁴⁶

„[...] White kids listened to R&B and blacks listened to country music long before rock'n'roll, but the mixing of the musics took place in social climate that was rigidly segregated.“⁴⁷

Der sogenannte *recording ban* von 1942 hatte die großen Plattenfirmen gezwungen, ihre Aufnahme- und Veröffentlichungstätigkeiten weitgehend zu unterbinden und Live-Radio-Shows und Konzerten einen höheren Stellenwert zuteil kommen lassen. In gewisser Weise betroffen davon war auch Sam Phillips, der Gründer des Memphis Recording Service respektive der Sun Record Company. Er begann seine Karriere bei dem lokalen Radiosender WREC, als Discjockey und Sound Effects Designer. Im Jahre 1950 verwirklichte er sich dann den Traum, ein eigenes Tonstudio zu gründen. Phillips war einer von vielen Geschäftsmännern in den USA, die die Nische R&B und Country als Independent Label bedienen wollten. Die großen Labels hatten ihren Fokus klar auf populäre Acts wie Sinatra, Nat King Cole und andere große Stimmen gesetzt, die zusammen mit Big Bands oder Orchestern, die meisten Einnahmen einspielten.⁴⁸ Bis zum Jahre 1954, der Erstveröffentlichung Elvis Presleys *That's Allright Mama*, spielten weiße Musiker in der Rock'n'Roll Musik jedoch keine erwähnenswerte Rolle.⁴⁹ Erst Elvis ekstatischen Aftritte und die Manifestation seines leidenschaftlichen Gesangs, vollendeten das Puzzle, das den weißen Musikern zur Kreation des Rockabilly gefehlt hatte. Obwohl er den Rock'n'Roll nicht begründet hat, denn dies hatten die schwarzen Musiker in Form des R&B und viele bis dahin unbekanntere weiße Interpreten wie Carl Perkins bereits getan, so kann er als wichtiger Impuls für seine Verbreitung und als Vorbild für die damals heranwachsende Musikergeneration gesehen werden.⁵⁰

„[...] , wenn Bop der rebellische Abkömmling des Swing war, dann war Rockabilly der rebellische Ableger des Country und löste damit die damals beliebten verschiedenen Country-Stilrichtungen ab, die allesamt wichtige Einflüsse für Rockabilly waren: Western Swing, Bluegrass, Country Boogie, Honky Tonk und Hillbilly. Das entscheidende Merkmal

⁴⁶ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 21

⁴⁷ Escott, Hawkins (1991), S. 8

⁴⁸ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 6

⁴⁹ VÖ Sun #209 mit *Blue Moon of Kentucky* als B-Seite.

⁵⁰ Vgl. El-Nawab (2005), S. 16

von Rockabilly aber war der Schuss Rebellion und die schwarzen Rhythm-&Blues-Einflüsse, die er in sich trug.“⁵¹



HÖRBEISPIEL

15 – Johnny Burnette – The train kept a rollin’

16 – Jerry Lee Lewis – Whole lotta shakin goin’ on



2.1.5 Rock’n’Roll

[...] Rhythm and Blues war die Entdeckung des schwarzen Marktes – Rock’n’Roll die Ausbeutung der weißen Teenager, [...]“ George S. 99

Das Genre des Rock’n’Roll, identisch wie den des R&B, Hillbilly oder Blues auf seine Ursprünge und Merkmale zu untersuchen, erscheint vor dem Hintergrund von Nelson Georges 1988 erschienenen Buch *R&B* nahezu blasphemisch. In dem bereits in den vorherigen Kapiteln zum Vergleich herangezogenen Buch findet sich eine äußerst kritische Auseinandersetzung mit dem Begriff und dem vermeintlichen Genre des Rock’n’Roll wieder, die auch anderen afroamerikanischen Autoren gemein ist.⁵² George klassifiziert den Radio-DJ Alan Freed⁵³ als Geldhai und Scharlatan, der ohne wirkliches Interesse für den R&B, aus finanziellem Interesse Promotion und Förderung betrieben hat.⁵⁴

„[...] Freed wusste sehr gut, dass Rock’n’Roll kein eigenständiger Stil war, sondern ein Marketing-Konzept, das sich zu einem Lebensstil ausweitete.“⁵⁵

Er beschreibt, dass dieser Etikettierung nur durch wahre Rock’n’Roll Pioniere wie Chuck Berry Leben eingehaucht werden konnte. Berry thematisierte in seinen Texten reale Sorgen und Wünsche der damaligen Teenager und verkörperte eines der ersten Idole für junge Rock’n’Roll Gitarristen. Sein Stil schaffte eine neue Aufmerksamkeit für die E-Gitarre im Rock’n’Roll und verdrängte damit das bis dahin prominente Saxophon in den Hintergrund.⁵⁶

⁵¹ Morrison (1998) S. 36

⁵² S. Sonnier, Jr. Austin (1994), S. 84 ff.

⁵³ Biografie ist unter <http://www.alanfreed.com> abrufbar

⁵⁴ Vgl. George, Schnur (2002), S. 98 ff.

⁵⁵ George, Schnur (2002), S. 98

⁵⁶ Vgl. George, Schnur (2002), S. 100

Eine musikalischere Analyse des Genre Rock'n'Roll findet sich bei Sonnier, der damit eine Weiterentwicklung des R&B Stils zu einer wilderen, treibenderen Form der bis dahin bekannten Stile sieht. Doch auch er führt den Rock'n'Roll auf zwei schwarze Vertreter des R&B, nämlich Chuck Berry und Little Richard zurück und beschreibt dennoch die gespaltene Situation, der sich diese Abwandlung schwarzer Musik, in einer fortwährend afro-feindlichen Gesellschaft ausgesetzt sah. Als Konsequenz der steigenden Beliebtheit schwarzer R&B und Rock'n'Roll Künstler, stiegen auch die großen Plattenfirmen, wie Capitol Records, mit Bill Haley & his Comets⁵⁷, DOT mit Pat Boone⁵⁸ und letztendlich RCA mit Elvis Presley⁵⁹ ein.



HÖRBEISPIEL

17 – Billy Haley & his Comets – R – O – C – K

18 – Chuck Berry - Maybeline



⁵⁷ Vgl. Poore (1998), S. 15

⁵⁸ Vgl. Röglin (1995), S. 47

⁵⁹ Vgl. Poore (1998), S. 82

3 Merkmale der Musikproduktion in den 1950er Jahren

Während die musikgeschichtlichen Entwicklungen künstlerische Beweggründe zu verstehen helfen, bringt einem das Wissen über die technische Ausstattung von Musikern und Tonstudios, die klanglich gestalterischen Gesichtspunkte nahe. Aus diesem Grund soll in dem folgenden Kapitel die für die Musik der Fünfziger Jahre relevanten Instrumente und Technik beleuchtet werden. In jedem der Unterkapitel wird anfangs das grundlegende Funktionsprinzip erklärt, worauf direkte Verweise auf die technische Ausstattung in den 1950er Jahren folgen.

3.1 Instrumente & Verstärker

3.1.1 Akustische Western Gitarren

Die Klangerzeugung bei einer akustischen Gitarre wird grundsätzlich durch eine stahllummantelte oder blanke Stahlkernseite bewerkstelligt. Diese kann durch ihre mechanischen Kontaktpunkte, Sattel und Steg in Schwingung gebracht werden und erzeugt, abhängig von ihrer Grundstimmung bzw. –spannung, stehende Wellen, die sich auf den hohlen Resonanzkorpus der Gitarre übertragen. Zusätzlich zu der Grundschwingung werden Teilschwingungen erzeugt, die ganzzahlige Vielfache des Grundtons sind. Die Obertöne werden je nach Beschaffenheit der Saite, Anschlagposition, Material und Bauart des Korpus in unterschiedlicher Zeit bedämpft und erzeugen ein charakteristisches Klangspektrum, das von den erwähnten Faktoren abhängig ist.⁶⁰

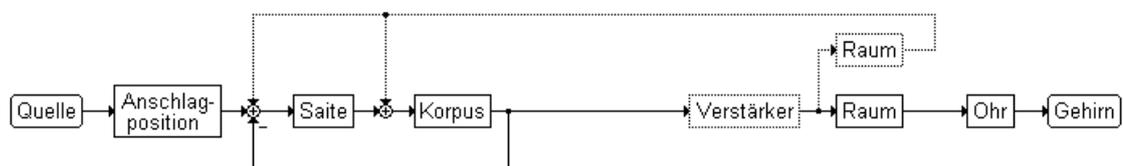


Abb. 1: Prinzipdarstellung des Schallweges bei der akustischen Gitarre

⁶⁰ Vgl. Lemme (1977), S. 41

Die oben stehende Abbildung verdeutlicht die Funktionsweise der akustischen Gitarre und ergänzt diese um die Rückwirkung vom Korpus auf die Saiten und die des Raumes auf Korpus und Saiten. Selten wird die Westerngitarre mit einem Piezo-Tonabnehmer verstärkt, überwiegend wird ihr Klang durch das Gesangsmikrofon oder ein separat aufgestelltes Stützmikrofon übertragen. Dies liegt darin begründet, dass der Klang eines Piezo-Tonabnehmers durch seine physikalischen Gegebenheiten abhängig vom Ort der Anbringung und der Bauform ist, woraus sich starke Kammfiltereffekte und eine deutliche Resonanzfrequenz ergeben.⁶¹

Wie im Kap. Country bereits erwähnt wird die Westerngitarre bei der Rockabilly Musik lediglich hintergründig oder maximal begleitend als harmonisch *gestrummte*⁶² Klangfläche eingesetzt, meist mit der Betonung auf die geraden Zählzeiten. Identisch ist dies auch bei den Vor-

läufern, dem Hillbilly und Westernswing anzutreffen. Rhythmisch virtuosere Zupfmuster kommen lediglich bei sehr frühen Folkinterpreten zu Anfang des 20. Jahrhunderts zum Einsatz.

Von Elvis Presley ist bekannt, dass er viele Modelle des Herstellers C.F. Martin und Gibson eingesetzt hat. Dabei ist er von einem anfangs kleinen Korpus hin zu größeren Resonanzkörpern übergegangen, welche durch die steigende Zahl der Moden innerhalb des Korpus größere Lautstärken auf der Bühne und eine größere Klangfülle liefern.⁶³ Allein bei der Blues Musik hat die Westerngitarre ihren Status aus der Anfangszeit aufrecht erhalten und wird heute noch, vor allem von Solomusikern, für das akzentuierte Zupf- und Slidespiel eingesetzt. Hier erfreuen sich eher kleinere Resonanzkörper großer Beliebtheit, was auf die Handlichkeit beim Slidespiel und den charakteristisch, authentischen Klang aus der Anfangszeit des Blues zurückzuführen ist.

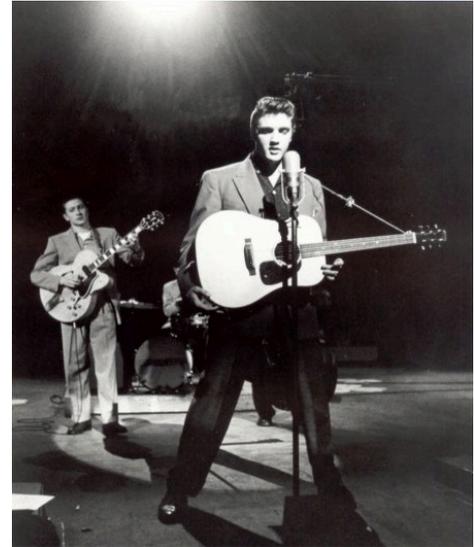


Abb. 2: Elvis Presley mit Martin D-18

⁶¹ Vgl. Lemme (1977), S. 118

⁶² Strumming ist im Gegenteil zum Zupfspiel die Bezeichnung für das akkordische Begleitspiel.

⁶³ Vgl. <http://www.scottymoore.net/guitars.html>

3.1.2 Elektrische Gitarren

Die wichtigsten Faktoren, die den Klang einer E-Gitarre beeinflussen, sind die Anschlagposition und -stärke, die Beschaffenheit der Saiten, Korpusform, -material und Position und Breite des Tonabnehmers.⁶⁴

Die Anschlagposition beim Spielen bestimmt die Gewichtung der Obertonschwingungen und ändert somit die Klangfarbe, Ausschwingzeit und Grundlautstärke. Dies ist in geringerem Maße auch auf die Anschlagstärke anzuwenden, wobei hier die Bauweise des angeschlossenen Verstärkers und auch der Raum deutlichen Einfluss nehmen. Außerdem hat eine Entwicklung von dickeren, geschliffenen und mit Nickel ummantelten Saiten, hin zu dünneren, Runddrahtsaiten mit Stahlumwicklung stattgefunden. Die Jazzgitarristen setzten hauptsächlich die ummantelten Saiten ein, um Quietschgeräusche beim Rutschen der Finger auf den Saiten zu vermeiden und bevorzugten große Durchmesser, aufgrund ihres volleren Tons und der besseren Übertragung der Schwingung auf den Resonanzkörper der akustischen Jazzgitarren.⁶⁵ Dies ist wohl auch der Grund dafür, dass Rockabilly Gitarristen wie Scotty Moore stets diese Saiten verwendeten und die Vorliebe in diesem Genre auch recht verbreitet ist.^{66,67} Der Vorteil der dünnen Saiten liegt jedoch in der schnelleren Bespielbarkeit und der besseren Möglichkeit den Effekt einer gleitenden Tonhöhenveränderung⁶⁸ durch das Ziehen der Saite zu erreichen. Nicht zu vernachlässigen ist auch das Alter der Saiten, das mit zunehmender Zeit eine Korrosion und somit eine Tiefpasswirkung beim Spielen auslöst.⁶⁹ Die Ausbreitung der Moden, nach der Anregung des Korpus durch die Saiten, ist abhängig von der Dimension desselben und seines Baumaterials. Eine vollständige Erklärung der Einflüsse auf die Klangfarbe wird jedoch dem Gitarren- und Geigenbaubaumeister überlassen und somit soll hier ein Verweis auf entsprechende Fachliteratur genügen.⁷⁰ Allen Konstruktionsmethoden ist jedoch gemein, dass die Zeit t in der ein

⁶⁴ Vgl. Lemme (1977), S. 43

⁶⁵ Vgl. <http://www.jazzguitarresources.com/strings.shtml>

⁶⁶ Vgl. http://www.scottymoore.net/gibson_guitars_of_scotty_moore.html

⁶⁷ In den folgenden Kapiteln werden mehrere Verweise auf die Musiker Moore, Perkins oder Black als Vertreter des Rockabilly vorgenommen. Die Vielzahl an Informationsquellen hierzu ermöglicht dies und lässt so einen Vergleich verschiedener Klangästhetiken zu.

⁶⁸ Diese Spieltechnik wird auch als Bending bezeichnet.

⁶⁹ Durchmesser von 0,09 mm sind heute für die hohe E-Saite nicht mehr unüblich.

⁷⁰ S. Day, Waldenmayer, Rebellius (2007): E-Gitarre: Alles über Konstruktion und Historie

Oberton einer Gitarre abklingt, sich umgekehrt proportional zur Frequenz f verhält, was in der höheren Schallenergie der tiefen Frequenzen begründet ist.⁷¹

Weiterhin ist zu betonen, dass vollakustische Gitarren mit einem elektromagnetischen Tonabnehmer eine insgesamt geringe Ausschwingzeit⁷² aufweisen, als Gitarren, die mit einem massiven Korpus ausgestattet sind.⁷³ Ein äußerst variabler Faktor, der oft auch im Nachhinein geändert werden kann, ist der Tonabnehmer der elektrischen Gitarre. Die klassische Ausführung ist der Single-Coil Tonabnehmer, der jedoch auch viele Ausführungen aufweist.

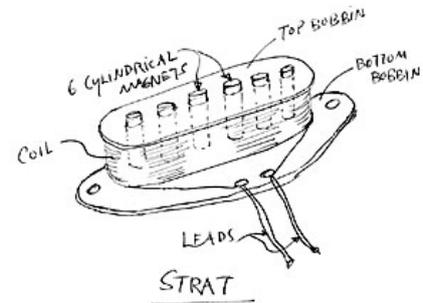


Abb. 3: : Ein typischer Single-Coil Tonabnehmer in einer Stratocaster Gitarre

Allen Single-Coils ist gemein, dass sie eine einzige Drahtwicklung, um einen oder mehrere einzelne Magnetkerne aufweisen. Der abgebildete Strat-Tonabnehmer ist mit 6 kleinen Stabmagneten ausgestattet, die jeweils auf die Saiten gerichtet sind und ihre induktive Wirkung durch die Drahtspule und die Auslenkung der Saiten erhalten. Meist ist der abgebildete Tonabnehmer ohne Metallkappe ausgeführt, was ihn gegenüber Einstreuungen äußerst empfindlich werden lässt. Der Halspickup an der Telecaster-Gitarre ist mit solch einer Metallkappe

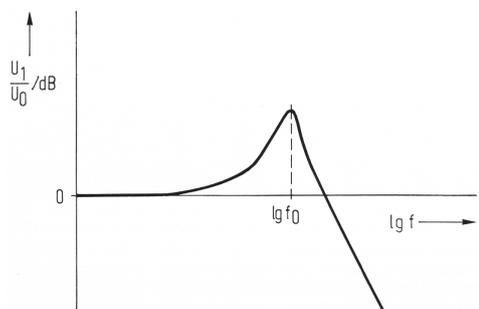


Abb. 4: Exemplarische Darstellung eines Gitarrentonabnehmerfrequenzganges

ausgestattet, weist jedoch auch eine höhere Windungszahl auf. Der grundsätzliche Frequenzgang eines Tonabnehmers ist alles nicht linear und tritt beispielsweise wie in der nebenstehenden Abbildung, mit einer deutlichen Resonanzfrequenz und einem damit einhergehenden starken Tiefpass und einem leichten Hochpass auf. Berechnet wird die

Resonanzfrequenz aus folgender Formel:

$$f_0 = \frac{1}{(2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C})}$$

Das Ersatzschaltbild ist prinzipiell das eines elektrischen Schwingkreises, wobei bei Formel und Ersatzschaltbild stets die Kapazität des Kabels und die Impedanz

⁷¹ Vgl. Lemme (1977), S. 43

⁷² Auch Sustain genannt.

⁷³ Vgl. Lemme (1977), S. 43

von äußerer Beschaltung und Abschlusswiderstand des Gitarrenverstärkers hinzugerechnet werden müssen.⁷⁴ Auf diese Weise erklären sich die grundsätzlich verschiedenen Klänge von Tonabnehmern der Single Coil Ausführung, aber auch die derjenigen mit doppelten Spulen zur Brumm-Unterdrückung können sich hieraus teilweise folgern. So weist der Standard-Telecaster Tonabnehmer, bei einer angenommenen Kabelkapazität von 500 pF⁷⁵ eine Resonanzfrequenz von 4,3 kHz, der Gibson Standard Humbucker von 3,3 kHz und der Gibson P90 von 2,5 kHz auf.⁷⁶ Wie bereits eingangs erwähnt, sind nicht nur die Kenndaten des Tonabnehmers, sondern auch seine Position und (magnetische) Breite sind ausschlaggebend für den Klang der E-Gitarre.

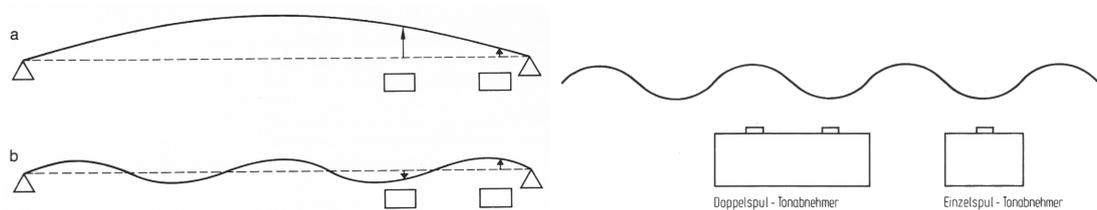


Abb. 5: Der Einfluss verschiedener Tonabnehmerpositionen (links) und -breiten (rechts)

Lemmes Abbildungen verdeutlichen, dass durch die Position des Tonabnehmers eine Gewichtung der Grund- und Obertöne vorgenommen wird, was ähnlich wie Raummoden in einem Abhörraum von der Position und der Frequenz abhängig ist. Da die Amplitude der Grundtonfrequenz am näher zur Mensurmitte liegenden Halspickup größer ist, wird er meist mit einem warmen und weichen Klangcharakter assoziiert, während der Stegpickup weniger betonte Bässe hat.

Der Klangunterschied zwischen einem Single-Coil und Humbucker Pickup erklärt sich durch Abbildung 4 r., die verdeutlicht, dass eine Doppelspule bei Frequenzen in der Größenordnung des Abstandes zwischen der Zentren der beiden Pole mit Kammfilterartefakten belastet ist. Auch ein Single-Coil ist durch seine geometrische Ausdehnung mit Kammfiltereffekten behaftet, die Ausprägung derer ist jedoch im Vergleich zum Humbucker zu den hohen Frequenzen nicht ansteigend.⁷⁷

⁷⁴ Eine Abbildung, die den Einfluss von verschiedenen Lastwiderständen auf die Resonanzüberhöhung verdeutlicht, befindet sich im Anhang 7.7.2.

⁷⁵ Bei einer durchschnittlichen Kapazität von 80-90 pF, ergibt sich eine Kabellänge von 5,6 - 6,3 m.

⁷⁶ Vgl. Lemme (1977), S. 81 ff.

⁷⁷ Vgl. Lemme (1977), S. 97 ff.

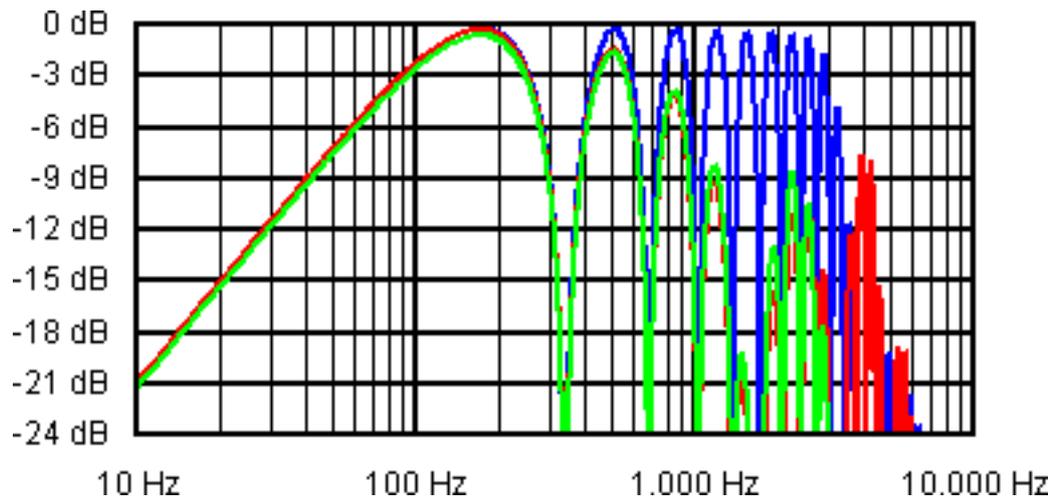


Abb. 6: Kammfilter verschiedener Tonabnehmerbauweisen. Grün = Seriellschaltung Humbucker, Rot = Parallelschaltung Single-Coil, Blau = Singlecoil

Bevor die E-Gitarre, wie wir sie heute kennen, an Bedeutung gewann, war es die sogenannte Hawaii-Gitarre, die in Western Swing und Hillbilly Bands den Klang von Stahlsaiten über verstärkte Tonabnehmer einbrachte. Die Hawaii-Gitarre wird in horizontaler Anordnung und auf einer Ablage gespielt⁷⁸. Sie weist eine deutlich höhere Saitenlage als handelsübliche E-Gitarren auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sie mit einer massiven Metallrolle gespielt wird, wobei die Saiten runtergedrückt werden. Die Bünde sind lediglich zur Orientierung angebracht, was den sanften, singenden Klang der Slides zwischen den Tönen hervorruft. Oft weisen die Instrumente mehrere Hälse auf, die mit verschiedenen Stimmungen versehen werden können. Die Stimmung wird als sogenanntes Open Tuning auf einen bestimmten Akkord gestimmt, was die Spielweise mit Steel Bar oder Bottle Neck erst ermöglicht. Die Verstärkung erfolgt über elektro-magnetische Tonabnehmer,



Abb. 7: Der junge B.B. King mit einer Gibson ES 150 und einem frühen Fender Tweed Verstärker mit TV Front

⁷⁸ Daher auch die alternative Bezeichnung Lap-Steel vom englischen Wort für Schoß.

die meist in der Single-Coil Ausführung, in Sonderfällen jedoch auch in der ein-streuungsresistenteren Variante des Humbuckers ausgeführt sind. Eine Sonderform der Hawaii-Gitarre stellt die Pedal-Steel Gitarre dar, bei der über mechanische Pedale eine Tonhöhenveränderung einzelner Saiten hervorgerufen werden kann.⁷⁹

Die völlig unterschiedlichen Spielweisen und klanglichen Ergebnisse sorgten jedoch dafür, dass bei der Musik des Rockabilly und Rock'n'Roll die Hawaii-Gitarre keine große Rolle mehr spielte. Vielmehr wird sie weiterhin in Country und Hillbilly Bands eingesetzt, die das Instrument neben der E-Gitarre weiterführen.

Unmittelbar im Anschluss an die Markteinführung erster Hawaii-Gitarren, durch Rickenbacker, folgte Mitte der 1930er Jahre die Firma Gibson mit einigen verstärkten Modellen, wie der Gibson ES 150, die eine elektro-magnetisch verstärkte



Abb. 8: Fender Telecaster

Schlaggitarre war, jedoch noch mit vollwertigem Resonanzkörper ausgestattet war. Im Allgemeinen brachten Gitarren mit einem Tonabnehmer in den großen Big-Band und Orchesterbesetzungen der damaligen Zeit einen Lautstärkegewinn und erlaubten durch die Verstärkertechnik ein rhythmisch akzentuiertes und hervorstechendes Spiel.⁸⁰ Dennoch wiesen diese Gitarren das Problem auf, dass bei großen Lautstärken, der Korpus durch das verstärkte Signal des Verstärkers in seinen Resonanzfrequenzen angeregt wurde und durch die Abnahme derselben Resonanzen wiederum zu starken Rückkopplungen führte. Abhilfe schafften erst die darauffolgenden halbakustischen bzw. Semi-Solid Gitarren, die durch den Einbau eines massiven Holzblocks eine Verbindung zwischen Instrumentendecke und -boden aufweisen, welcher die resonante

Anregung verhindert.⁸¹ Die ersten Solid-Body Gitarren wurden von Pionieren wie Les Paul, Paul Bigsby und Merle Travis entworfen und hergestellt. Eine Serienproduktion von Solid-Body Gitarren konnte allerdings erst Clarence Leo Fender um-

⁷⁹ Vgl. Lemme (1977), S. 67

⁸⁰ Vgl. Lemme (1977), S. 8 ff.

⁸¹ Vgl. Lemme (1977), S. 51

setzen, der mit seiner ersten Gitarre Esquire und den Nachfolgern Telecaster, Stratocaster, Jazzmaster und Jaguar erachtliche Erfolge und Verbreitung erreichte.⁸²

Der Einsatz der verschiedenen Gitarren in der Rockabilly und Rock'n'Roll Musik ist nicht ausschließlich auf objektiv, klangliche Gesichtspunkte zurückzuführen, sondern ist meist auch in Zusammenhang mit der Bespielbarkeit und dem Aussehen der Gitarren zu sehen, die ein individuelles Image transportieren.

"I bought one of those Fenders, a Telecaster or Stratocaster or something, but I couldn't hold on to the thing with its little slim body. It might have something to do with it being a feminine shape, but I couldn't get on with the Fender." Scotty Moore⁸³

Entgegen der Vorliebe Moore's für verstärkte Vollresonanzgitarren, setzte Luther Perkins, der Gitarrist der Band um Country-Sänger Johnny Cash, fast ausschließlich das Fender Esquire Modell ein. Die Esquire Gitarre war im Vergleich zu Ihrem Nachfolger Telecaster, lediglich mit einem Single-Coil Pickup in Stegposition ausgestattet und vom Klang her offener und teilweise schon spitz.⁸⁴ Der Umschalter hat, anders als bei der Telecaster mit zwei Pickups, nicht die Funktion zwischen zwei Pickup-Positionen umzuschalten, sondern schaltet eine weitere Klangregelung hinzu, die über ein einfaches RC-Glied funktioniert.

3.1.3 Gitarrenverstärker

Elektrische Gitarren sind vom Funktionsprinzip her nicht zur akustischen Benutzung gedacht und sollten deswegen auch stets im Verbund mit dem Gitarrenverstärker betrachtet werden, da dieser den Klang der E-Gitarre entscheidend beeinflusst. So sind die nichtlinearen Verzerrungen von Vor- und Endstufe, die Verzerrungen durch die Lautsprecher und das Zusammenspiel mit dem Gehäusevolumen alles klangrelevante Faktoren.

Mit dem Aufkommen der ersten elektrischen Gitarren entstand also auch die Notwendigkeit, die bereits Anfang des 20. Jahrhunderts eingeführte Verstärkertechnik auf Basis der Elektronenröhre für Beschallungen und Instrumentenverstärkung verfügbar zu machen. Die Hersteller Fender und Gibson waren beide im Bereich von Hawaii-Gitarren, akustischen Gitarren und Mandolinen erfahren und somit

⁸² Vgl. Lemme (1977), S. 14 - 15

⁸³ Interview mit Moore aus dem Jahre 1983 von www.scottymoore.net

⁸⁴ Vgl. <http://www.lutherperkins.com/>

war es ein logischer Schluss, die Herstellung der Verstärker selbst zu übernehmen. Fenders erster bekannter Gitarrenverstärker war der Dual Professional, der 1947 vorgestellt wurde und mit 2 x 10“ Lautsprechern, 2 x 6SJ7 Röhren in der Vorstufe und 2 x 6L6 Stahlröhren in der Endstufe ausgestattet war. Charakteristisch für die Verstärker war auch, dass bis 1966 Gleichrichterröhren im Netzteil verwendet wurden, bis diese später durch Halbleiterteile ersetzt werden konnten.⁸⁵ Grundsätzlich waren die ersten dieser Verstärker mit geringer Ausgangsleistung ausgestattet, was damit einherging, dass bereits bei geringen Lautstärken eine Verzerrung der Endstufen zu erreichen war. Dies wurde noch durch die in den ersten Verstärkern eingebauten Gleichrichterröhren unterstützt. Historisch gesehen war das selbstverständlich kein geplanter Effekt, sondern eine Nebenerscheinung des damaligen technischen Standes. Für ausführliche Erläuterungen zum Thema Gitarrenverstärkertechnik wird auf die entsprechende Literatur verwiesen.⁸⁶

Über Scotty Moore ist bekannt, dass er 1952 mit einem Fender Deluxe Verstärker startete, welcher mit 10-14 Watt Leistung und einem 12“ Jensen Lautsprecher ausgestattet war. Der Verstärker hatte typischerweise nur eine Vorstufenröhre, eine Röhre in der Phasenumkehrstufe, zwei Endstufenröhren und die bereits erwähnte Gleichrichterröhre. Der einzige Verstärker aus den Fünfziger Jahren, den Moore jedoch noch bis 2008 besaß, ist der 25 Watt EchoSonic Verstärker, den ihm Ray Butts 1955 als Spezialanfertigung baute. Moore war nach den Aufnahmesessions im Studio von Sun Records derart begeistert vom dort von Phillips eingesetzten Slapback Delay, dass er diesen Sound auch auf der Bühne spielen wollte. Butts Verstärker bot genau diese Funktionalität mit einem echten analogen Bandecho und stellte mit der größeren Leistungsfähigkeit ein wichtiges Hilfsmittel dar, mit dem man größere Bühnen bespielen konnte.⁸⁷ Perkins hingegen blieb bei Fender Verstärkern und setzte viele Modelle, vom Champ, bis zum Bassman und dem Blackface Super Reverb ein.⁸⁸

⁸⁵ Vgl. <http://www.ampwares.com/amp.asp?id=90>

⁸⁶ Unter <http://homepages.fh-regensburg.de/~elektrogitarre/> kann das Buch „Elektrogitarre“ geschrieben Prof. Dr.-Ing. Manfred Zollner heruntergeladen werden, das hervorragende Erläuterungen zu den schaltungstechnischen Zusammenhängen enthält.

⁸⁷ Vgl. <http://www.scottymoore.net/echosonic.html>

⁸⁸ Vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Luther_Perkins

3.1.4 Kontrabass

Wie die Klangbeispiele des Country und Hillbilly bereits gezeigt haben, war der Kontrabass in der Musik des frühen zwanzigsten Jahrhunderts bereits als fester Bestandteil integriert und passte sich in die damals noch akustischen Ensembles hervorragend ein. Ein namhafter Hersteller von Bässen war Kay Basses, dessen Modelle Concert C-1 und Maestro M-1 lange Zeit von Bill Black⁸⁹ und von vielen anderen seiner Kollegen gespielt wurden. Diese Instrumente waren, im Vergleich zu ihren Verwandten aus der Klassik bzw. dem Jazz, aus Sperrholz hergestellt. Lediglich der Hals war aus massivem Ahorn Holz, das Griffbrett ist bei den meisten Instrumenten aus Ebenholz hergestellt. Diese Bauweise hat den Bässen mit massiven Decken und Böden gegenüber den Vorteil, dass Schwankungen in Temperatur und Luftfeuchtigkeit keine Risse im Holz verursachen und die Bässe allgemein unempfindlicher im täglichen Umgang und vor allem auf Tourneen und Liveauftritten sind. Da in der Rockabilly Musik keine Töne mit langem Sustain gespielt werden und der Bass musikalisch eher die Rolle eines rhythmusgebenden Harmonieinstruments, statt die eines Soloinstruments hat, fällt der Nachteil gegenüber einem vollmassiven Bass auch gering aus.

Der Kontrabass wurde anfangs noch mit echten Darmsaiten bezogen, welche sich klanglich als ausgewogen und warm beschreiben lassen. Erst in den 1950er Jahren waren die heute standardmäßigen Stahlsaiten zugänglich und hielten im Jazz und Klassikbereich Einzug. Ihr Vorteil lag auf der Hand, sie waren äußerst stimmfest, weniger empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen und rissen seltener. Im Bereich des Blues, Country, Bluegrass und Rockabilly blieben die Musiker jedoch bei den bereits bekannten Darmsaiten. Dies lag einerseits an der Gewöhnung, aber andererseits auch an der Tatsache, dass die Darmsaite beim sogenannten Slap-Spiel einen angenehm holzigen Ton erzeugt. Dabei scheppern die Saiten nicht und das Slap-Spiel wird durch die geringe Spannung der Saiten



Abb. 9: Böhmischer Kontrabass von ca. 1920, mit 3 Darmsaiten und einer stahlumspannten Darmseite.

⁸⁹ Bill Black war Bassist in Elvis Presleys Backing Band.

auch erst in dem Maße ohne große körperliche Beanspruchung möglich. Aus diesen Gründen spielen Kontrabassisten dieser Genres auch heutzutage noch wenn möglich Darm. Alternativen, die die Industrie im Laufe der Zeit hervorgebracht hat, sind z.B. stahlummantelte Kunststoffsaiten, kunststoffummantelte Stahlsaiten oder Saiten, die gänzlich aus Kunststoff sind. Erstere weisen meist eine den Darmsaiten ähnliche Saitenspannung auf, durch die Ummantelung jedoch auch einen hellen, schepprigen Ton beim Slap-Spiel. Die Stahlsaiten mit Kunststoffummantelung sind relativ stark gespannt, was für Darm-Spieler ungewohnt ist, ihr Ton ist jedoch beim Slappen äußerst ausgewogen und integriert sich in die Musik. Saiten, die vollständig aus Kunststoff sind, versuchen die Eigenschaften des Darms, sowohl in der Saitenspannung als auch in ihren klanglichen Eigenschaften abzubilden. Je nach Hersteller und dessen Erfahrung gelingt dies unterschiedlich. Nach den Erfahrungen des Autors ist eine Darm-Saite zwar immer noch einzigartig in Klang und Haptik, aber sowohl die Synthetik-Saiten, als auch die mit Kunststoffummantelung können für Rockabilly und Country Musik problemlos eingesetzt werden.⁹⁰

Musikalisch spielt der Kontrabass einige wenige, prägnante Muster, die entweder als Wechselbass, zwischen zwei Saiten oder als Boogie-Lauf über 2-3 Saiten gespielt werden. Beim Slap Spiel wird die Saite während des Zupfens leicht angerissen, wodurch sie auf das Griffbrett zurückschnellt und ein klatschendes Geräusch ohne tonale Information erzeugt. Meist werden, passend zum Titel, weitere Slap Akzente hinzugefügt, die die Lücken zwischen den Noten weiter füllen und somit die rhythmische Information deutlicher machen und den Beat stärker antreiben. Dies geschieht durch die gegenteilige Bewegung des aktiven Schlagens der Saite auf das Griffbrett,⁹¹ was zusätzlich den Vorteil hat, die Saite für den Zug des Slaps bereits in die richtige Bewegungsrichtung zu bringen. Die Abnahme des Kontrabasses in Live- und Studiosituationen ist, durch seine geringe akustische Lautstärke schwierig. Elektromagnetische Tonabnehmer können bei der beschriebenen Musikrichtung nicht eingesetzt werden, da das Prinzip der Spannungsinduktion Saiten mit einem Stahlkern voraussetzt. Somit bleibt die Möglichkeit des Piezo-Tonabnehmers und einer klassischen Mikrofonierung. Der Piezo hat die bereits

⁹⁰ Vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Double_bass

⁹¹ Hier werden klare Parallelen zum „Slap & Pop“ der Funk Bassisten deutlich, die diese Spieltechnik in den 70er Jahren auf den elektrischen Bass anwandten.

erwähnten klanglichen Nachteile, überträgt aber in akustisch schwierigen Umgebungen die tonale Information sauber und weniger rückkopplungsempfindlich. Im Studio kann das Piezo-Signal als Absicherung für ein sicheres und solides Klangergebnis dienen, meist wird der Bass jedoch mikrofoniert.

Bevor die Piezo Tonabnehmer Einzug hielten, erfand die Vorläuferfirma von Ampeg eine Konstruktion, die der Firma später ihren Namen geben sollte, den Amplified Peg oder kurz Ampeg.⁹² Diese Konstruktion wurde von der Unterseite in den Bass eingeführt und nahm somit im Inneren des Basses den Klang über ein spezielles Mikrofon ab.⁹³ Da der Ampeg ausschließlich bei Live-Konzerten zum Einsatz kam, liegen leider weder Tondokumente vor, die Aufschluss über seine klanglichen Eigenschaften geben würden, noch Datenblätter, die seine Bauweise erklären könnten.

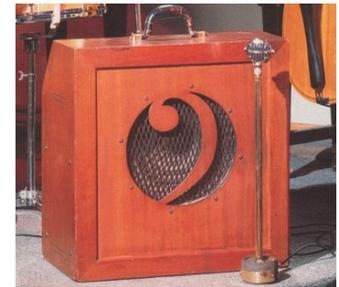
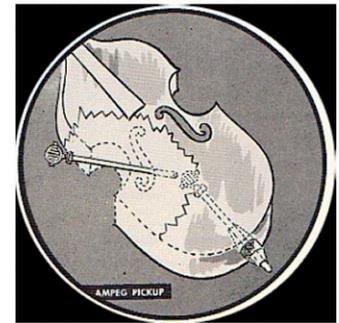


Abb. 10: Ampeg Verstärker und Mikrofon

3.1.5 Schlagzeug

Das Schlagzeug spielt musikalisch im Rockabilly keine derart große Rolle, wie es heute in der Pop- und Rockmusik der Fall ist. Es ist sowohl klanglich, als auch rhythmisch weniger präsent. Gespielt wird entweder mit Holzstöcken oder bei softeren Titeln auch gerne mit Besen. Die Instrumente in den Fünfziger Jahren wurden von Herstellern, wie Ludwig, Slingerland oder Leedy hergestellt und waren von ihrer Beschaffenheit her ähnlich den heutigen Schlagzeugen. Die Felle waren jedoch meist Echtfelle und der Durchmesser der Bassdrums, betrug meist noch 28“ statt den heute üblichen 18-24“. Dies machte den speziellen Klang der Schlagzeuge in der Zeit des Rockabilly aus, welcher im Vergleich zu heute gefertigten Schlagzeugen weniger spitz und attackreich und meist sehr tonal war. Auch die Bestückung war meist nicht so üppig, wie bei heutigen Schlagzeugen. So reichten in kleinen Country Besetzungen eine Bass-, Snaredrum und 1-2 Becken aus. In den

⁹² Peg ist die englische Bezeichnung für den verstellbaren Stachel des Basses, der sich an der Unterseite des Instruments befindet.

⁹³ Vgl. <http://www.ampeg.com/story.html>

1940er Jahren kamen weitere Tom-Toms hinzu und die Anzahl der Becken vergrößerte sich, so dass Tom-Tom-Beats, wie die von Bo Diddleys treibenden Songs erst möglich waren.⁹⁴ In der Regel spielte der Schlagzeuger jedoch einen einfachen Backbeat oder füllte die Slaps des Kontrabass mit weiteren perkussiven Akzenten auf. Bei Aufnahmen wurde das Schlagzeug klanglich als Einheit verstanden, anders als heutzutage wo man die Instrumente des Schlagzeugs als individuelle Bestandteile sieht. Das Schlagzeug wurde in der Regel monophon in einem Abstand von 1-1,5 Metern über der Bassdrum mikrofoniert.⁹⁵ Die natürliche Gewichtung der Instrumente, durch die individuelle Spieltechnik des Schlagzeugers war daher ausschlaggebend für den in sich geschlossenen und ausgewogenen Klang der Aufnahmen. Dadurch dass der Fokus im Bassbereich auf dem Kontrabass lag, musste die Bassdrum auch selten zusätzlich gestützt werden, denn der Kontrabass gab die Zählzeit 1 deutlich genug an. Dennoch lag es im Ermessen des Tonmeisters und an der Intention des Musiktitels, ob die Bassdrum gestützt und hervorgehoben werden sollte.⁹⁶ In jedem Fall wird bei den meisten Rock'n'Roll Genres mit einem geschlossenen Resonanzfell an der Bassdrum gespielt.

Während das Waschbrett in der Rockabilly Musik total verschwunden war, gingen die Musiker mit weiteren Gegenständen kreativ um, um neue unbekannte Klänge in die Songs einzubringen. So z.B. bei Elvis Presleys *Blue Moon*, bei dem er auf seinem Gitarrenkorpus den Rhythmus der Ballade klopft. Dies wurde separat abgenommen und konnte somit mit einer eigenen Klang- und Effektbearbeitung versehen werden.

Über Johnny Cash ist bekannt, dass er in seinem Trio anfangs ohne Schlagzeug spielte und als Ausgleich eine Dollarnote in seine aggressiv gespielte Westerngitarre einklemmte, um den Klang einer mit Besen gespielten Snaredrum zu imitieren.⁹⁷

3.1.6 Weitere Instrumente

Die bereits genannten typischen Instrumente einer Rockabilly Besetzung wurden in verschiedenen Formationen um weitere ergänzt. So spielte Jerry Lee Lewis als

⁹⁴ Vgl. <http://www.vintagedrumguide.com/>

⁹⁵ S. Fotografien von Aufnahmen aus den 1950er Jahren unter <http://www.scottymoore.net>

⁹⁶ Bill Putnam verzichtete sogar in gewissen Fällen völlig auf die Schlagzeugmikrofonierung. Dies berichtet er in einem Interview für das AES Journal 1989.

⁹⁷ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 103

Hauptinstrument sogar Klavier und zelebrierte ein ekstatisches Spiel von Boogie Stücken bei seinen Auftritten. Ganz deutlich ist hier der Aufgriff des Boogie Woogie und des Ragtime hörbar, der jedoch durch Lewis eigenständige und kreative Interpretationen ein große Neuerung aufwies. Des Weiteren war bei den Formationen, die dem Country und Hillbilly nahe waren weiterhin die Lap oder Pedal Steel Gitarre, aber auch das Akkordeon und die Geige vertreten. Obwohl das Banjo ursprünglich aus einem afrikanischen Instrument hervorgegangen war, wurde es vorzüglich beim Hillbilly oder Bluegrass eingesetzt, der Musik der weißen Landbevölkerung. Allein in Alan Lomax⁹⁸ Aufnahmen aus den 1940er Jahren, die er in den Appalachen an der Ostküste der USA vornahm, wird diese Barriere gebrochen und man hört, dass ursprünglich die Musik der schwarzen Bevölkerung der der weißen Bevölkerung sehr ähnlich war. Dies zeigt sich bei diesen Aufnahmen sowohl in der Instrumentierung, als auch in den Harmonien.

Charakteristisch für die Blues Musik kommt zu den erwähnten Instrumenten noch die virtuos gespielte und meist mit einem kleinen Gitarrenverstärker verstärkte Mundharmonika hinzu. Die Spieltechnik der Blues-Spieler ergänzt das einfache monophone und polyphone Spiel vom Hillbilly durch eine Modulation der Töne in der Amplitude, was mit der Veränderung des Hohlraumes im Mund erzeugt wird.

3.2 Technische Ausstattung der Tonstudios

3.2.1 Mikrofontechnik

Die Mikrofontechnik in der Epoche der 1940er bis 1960er Jahre war bestimmt von einigen archetypischen Bauformen, die man heute in großer Verbreitung wiederfindet und nur in wenigen Fällen von neueren Bauformen abgelöst wurden. So war bis in die Vierziger Jahre die Kohlekapsel im Rundfunk- und Telekommunikationsbereich sehr verbreitet. Das Funktionsprinzip der Kohlekapsel ist das eines variablen Widerstands, welcher mit Gleichstrom durchflossen wird.

⁹⁸ Alan Lomax war ein Forscher im Bereich der Volkskunde, der sich von den 1930er Jahren bis zu seinem Tod 2002, der Dokumentation volkstümlicher Liedkunst widmete. Er reiste im Auftrag der Library of Congress durch verschiedene Länder und nahm mit mobilem Equipment, anfangs noch auf Acetat und später auf Band einfache Sänger und Bands auf. Aufnahmen mit Jerry Roll Morton, Leadbelly oder Woodie Guthrie und zahlreiche Interviews mit Musikern sind heute entscheidende Quellen für das Verständnis vergangener Musikepochen.

Die Veränderung erfährt der Widerstand durch die Bewegung der Membran mit den eintreffenden Druckschwankungen des Schallereignisses. Mit der Membran bewegt sich ebenfalls das Kohlematerial, welches als Gries oder Zylinderstäbe ausgeführt sein kann und ändert somit den Widerstand zwischen der leitenden Membran und der Elektrode an der Rückseite der Kapsel.⁹⁹ Die klanglichen Eigenschaften eines Kohlemikrofons sind im Bezug auf die Bandbreite, das Rauschen und den Klirrfaktor von ca. 5% im Vergleich zur heutigen Mikrofontechnik schlecht. Die ersten Bauformen in den 1920er Jahren waren lediglich mit einer Bandbreite von 600 bis 1900 Hz und einer starken Resonanzüberhöhung bei 1 kHz ausgestattet, was prinzipiell den relevanten Frequenzbereich für die Übermittlung von Sprache sicherstellt. 1934 waren bereits Kapseln mit einer Bandbreite von 75 bis 2500 Hz verfügbar, welche durch Verbesserungen im Bereich der Membran und der Kontaktplatte, keine starke Resonanz mehr aufwiesen. Später folgten dann Kapseln mit einem Push-Pull Design, welche durch gegensätzliche Verschaltung zweier Kapseln eine Verringerung des Klirrfaktors erreichen und eine Bandbreite von 60 Hz bis fast 10 kHz erreichen. Durch die Bauweise eines variablen Widerstands ist das Rauschen des Kohlemikrofons jedoch immanent und kann nur vermindert, aber nicht eliminiert werden.

Heutzutage befinden sich Kohlekapseln überwiegend in günstigen Gegensprechanlagen und wurden in ihrer Domäne, den Fernsprechtelefonen, von der günstigen und klanglich vorteilhafteren Elektret-Kondensatorkapsel verdrängt. Dennoch waren die Kohlemikrofone bis in die 1930er Jahre die einzigen erhältlichen Modelle und wurden bei Rundfunk und Musikaufnahmen eingesetzt.¹⁰⁰

Ein weiterer Bautyp, welcher heute noch weit verbreitet ist, ist der des dynamischen Mikrofons. Dieser Typ kann sowohl als Tauchspulen-, als auch in Bändchenbauweise ausgeführt sein. Welche Bauweise früher aufgetreten ist, lässt sich schwer feststellen, da sich die Aussagen über Erscheinungsdaten sich überschneiden. So wurde sowohl das erste Bändchenmikrofon RCA PB-31¹⁰¹, als auch das erste Tauchspulenmikrofon Western Electric 618A Anfang der 1930er in Produktion

⁹⁹ Vgl. Dickreiter (1979), S. 118

¹⁰⁰ Vgl. <http://mysite.du.edu/~jcalvert/tech/microph.htm>

¹⁰¹ Vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Ribbon_microphone

gegeben.¹⁰² Die erforderlichen Entdeckungen hierfür, wurden bereits einige Jahre vorher getätigt.¹⁰³

In beiden Fällen wird mittels eines Permanentmagneten ein Magnetfeld erzeugt, darin wird ein Aluminiumbändchen oder eine an einer Kupferspule befestigte Membran von Luftschwingungen bewegt, wodurch eine Spannung an deren Enden induziert wird. Tauchspulenmikrofone weisen aufgrund der hohen Masse von Membran und Spule eine hohe Trägheit und damit verbunden eine weniger feine Höhenwiedergabe auf. Um dies zu kompensieren müssen konstruktive Maßnahmen, wie eine Anpassung der Luftkammern innerhalb der Kapsel durchgeführt werden, welche eine steigende Bedämpfung der Membran zu hohen Frequenzen hin durch eine resonante Wirkung kompensiert. Die Impedanz eines Tauchspulenmikrofons, kann durch die Dimensionierung der Kupferspule angepasst werden, so dass sich eine Impedanz von 200 Ω bei 1 kHz ergibt.

Mit der Einführung der RCA Bändchenmikrofone in den 1930er Jahren und der darauffolgenden Weiterentwicklung zum RCA 44-A wurde im Rundfunk und Fernsehbereich ein Standard gesetzt, der die Übertragungsqualität der bis dahin erschienenen Tauchspulenmikrofone weit übertraf. Bändchenmikrofone haben den Vorteil, dass der Leiter, der im Magnetfeld bewegt wird gleichzeitig die Membran darstellt und eine enorm geringe Masse aufweist. Das Bändchen selbst ist meist ein aus Aluminium gefaltetes Stück, das 2-3 μm dünn, 4 mm breit und ca. 5 cm lang ist. Das Bändchen wird lose zwischen dem Magneten eingespannt und überträgt durch seine geringe Masse und seine tiefe Abstimmung unterhalb des Übertragungsbereichs im Idealfall alle Frequenzen gleich. Anders gesagt ist die Auslenkungsgeschwindigkeit des Bändchens frequenzunabhängig und proportional zur Ausgangsspannung. Die Impedanz eines solchen Mikrofon liegt ursprünglich unter 1 Ω und wird erst durch einen nötigen Ausgangsübertrager im Mikrofon auf einen Wert zwischen 25 und 200 Ω gewandelt. Hierbei findet auch eine nötige Pegelverstärkung statt, denn die Ausgangsspannung dynamischer Mikrofone ist meist sehr gering und stellt hohe Anforderungen an die eingesetzten Mikrofonverstärker.¹⁰⁴ In

¹⁰² Vgl. <http://www.coutant.org/we618a/index.html>

¹⁰³ Eine 1924 erschienene Ausgabe der Siemens Zeitschrift bestätigt die vielgelesene Aussage, das Bändchenmikrofon sei von E. Gerlach und W. Schottky in Deutschland gleichzeitig mit dem Bändchenlautsprecher entwickelt worden. Siehe Anhang 7.7.6.

¹⁰⁴ Vgl. Dickreiter (1979), S. 123

ihrer Grundbauweise sind Bändchenmikrofone Druckgradientenempfänger mit der Richtcharakteristik einer Acht und weisen dadurch einen starken Nahbesprechungseffekt auf. Aus diesem Grund sind die frühen RCA Mikrofone mit einem M/V Schalter ausgestattet, wobei für Musikaufnahmen, welche meist in größerer Entfernung stattfinden ein linearer Frequenzgang und für Sprachaufnahmen in einer Entfernung von weniger als 1 m eine Absenkung der tiefen Frequenzen empfohlen wird.¹⁰⁵

Während die Bändchenmikrofone in den USA bis in die Sechziger Jahre für Rundfunk und Musikaufnahmen eingesetzt wurden, fand in Deutschland Anfang der 1930er Jahre ein Wechsel hin zu den von Neumann eingeführten Kondensatormikrofonen statt. Die weitere Nutzung von Bändchenmikrofonen war nicht auf technische Gesichtspunkte und Spezifikationen, sondern auf klangliche Präferenzen zurückzuführen, welche den Bändchenmikrofonen seit einigen Jahren ein Revival bescheren. Diese Mikrofonbauart weist meist einen als angenehm empfundenen Höhenabfall ab 10 kHz auf, der nicht mit der Tiefpass-gefilterten Aufnahme eines Kondensatormikrofones verglichen werden kann. Darüber hinaus wird den Bändchenmikrofonen eine realistischerer und transparenter Klang nachgesagt, was auf das lose aufgehängte Bändchen zurückgeführt wird.

Kondensatormikrofone oder sogenannte elektrostatische Wandler fanden wie bereits erwähnt früher eine große Verbreitung in Europa und wurden erst in den 1960er Jahren auch in den USA in ähnlicher Vielzahl eingesetzt.¹⁰⁶ Hier waren die Mikrofone der Firma Neumann, mit der Neumann Flasche CMV3 ein Meilenstein in der Klangqualität. Diese Mikrofone arbeiten mit einer beweglichen Membran, die an einer Elektrode befestigt wird und mit dieser einen veränderlichen Kondensator bildet. Bei einem Schallereignis erfährt die Membran eine Auslenkung und der Kondensator eine Kapazitätsänderung, welche Ladungs- und Entladungsströme erzeugt. Diese werden an einem zwischen Elektrode und der Vorspannungsbatte-rie geschalteten Widerstand abgegriffen und dem damaligen Stand der Technik entsprechend mit einem einstufigen Röhrenverstärker im Pegel verstärkt. Auch diese ersten Kondensatormikrofone waren mit einem Ausgangsübertrager zur An-

¹⁰⁵ Vgl. RCA – Instructions for Polydirectional Microphone 77-DX (1955), S. 7

¹⁰⁶ Vgl. Dickreiter (1997), S. 193

passung der Impedanz und für den Pegelgewinn bestückt.¹⁰⁷ Erst in den Achziger Jahren führte Neumann das eisenlose oder transformatorlose Mikrofon ein, das Vorteile im Bezug auf eine konstante Ausgangsimpedanz, frequenzunabhängiges Klirren, Unempfindlichkeit gegenüber magnetischen Störfeldern und eine Verringerung des Gewichts brachte. Damit einher ging jedoch auch ein steigender Aufwand bei der Fertigung und ein höherer nötiger Speisestrom für das Mikrofon.¹⁰⁸ Zwischen den vorgestellten Mikrofontypen gilt es in der Relevanz für die Rock'n'Roll Musik der 1940er bis 1960er Jahre zu unterscheiden. Aus den bereits aufgeführten Gründen wurden bei den frühen Rockabilly und R&B Aufnahmen überwiegend Bändchenmikrofone von RCA und Western Electric eingesetzt. Zusätzlich wurden günstigere Tauchspulenmikrofone von Shure oder Western Electric hinzugenommen, welche am Gitarrenverstärker oder aber auch für Gesangsaufnahmen verwendet wurden.¹⁰⁹ Phillips erklärt sogar in einem Interview von 2000, dass er das Tauchspulenmikrofon Shure 55S und das RCA 77-D gleichwertig für Elvis Presleys Stimmaufnahmen eingesetzt hat. Auf späteren Fotografien aus den Studios von Sun Records sind auch Neumann U47 Mikrofone zu erkennen, die mit derselben Kapsel wie das CMV3 Mikrofon ausgestattet waren und von Phillips für die Aufnahme von Jerry Lee Lewis Stimme eingesetzt wurden.¹¹⁰

3.2.2 Verstärkertechnik

Auch die verwendete Verstärkertechnik übt großen Einfluss auf den Klang der authentischen Rockabilly Produktionen der goldenen Ära aus. So waren die verwendeten Schaltungen zu Beginn der Periode ausschließlich mit Elektronenröhren aufgebaut. Da in aktuellen Nachschlagewerken über Tonstudioteknik dieses Thema wenig Beachtung findet, soll ein kurzer Abriss über die Grundlagen der Röhrentechnik helfen, die Begeisterung hierfür nachvollziehen zu können. Darüber hinaus wird mit der Kenntnis über Röhrenschaltungen eine wichtige Grundlage für das Verständnis von der Transistortechnik gelegt, die sich ähnlich, in manchen Fällen sogar identisch verhält.

¹⁰⁷ Vgl. Telefunken, Beschreibung der Kondensatormikrofone M301, M302, M303 (1929), S. 3

¹⁰⁸ Vgl. Dickreiter (1997), S. 176

¹⁰⁹ Vgl. http://www.scottymoore.net/studio_sun.html

¹¹⁰ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 208

Funktionsweise der Elektronenröhre

Die Elektronenröhre findet in der Audiotechnik Einsatz bei der Gleichrichtung und Verstärkung von Spannungen. Sie ist in ihrer Grundform mit zwei Elektroden bestückt, die als Kathode und Anode bezeichnet werden. Diese befinden sich in einem hochevakuierten Glasgefäß, was die Grundlage für eine Steuerung der durch Hitze freigemachten Elektronen liefert. Die erhitzte Elektrode wird Kathode genannt und ist der Elektronen aussendende Teil, während die Anode Elektronen aufnimmt. Die einfachste Form der Elektronenröhre stellt die Diode dar, auch Gleichrichterröhre genannt, mit der die negativen Halbperioden einer Wechselspannung unterdrückt oder aber durch eine besondere Schaltung in positive umgewandelt werden können.¹¹¹ Für die Audiotechnik spielt dieser Typ der Elektronenröhre heutzutage eine eher untergeordnete Rolle, ist aber in Netzteilen von historischen Gitarren- und Mikrofonverstärker zu finden, wo er die Netzgleichrichtung übernimmt.

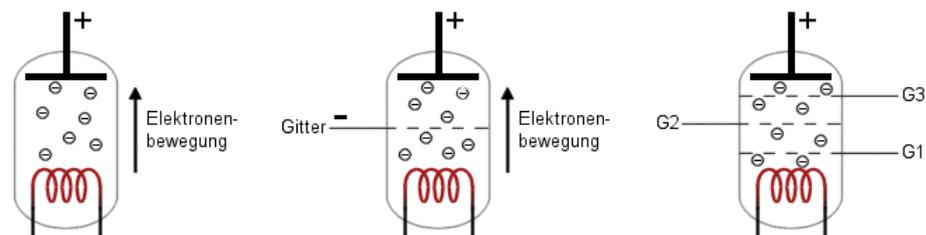


Abb. 11: Gegenüberstellung der verschiedenen Röhrentypen und ihrer Funktionsweisen

Relevant für die Verstärkung von Spannungen sind die Typen der Triode, Tetrode und Pentode. Hierbei handelt es sich um erweiterte Bauformen, die zwischen Kathode und Anode mit einer oder mehreren gitterförmigen Elektroden ausgestattet sind, die Steuerungsaufgaben bei der Spannungsverstärkung übernehmen können. Aussagen über die Zusammenhänge von Stromfluss und angelegten Spannungen können durch die Kennlinien der jeweiligen Röhrentypen getroffen werden.¹¹² Die Steuerung der Verstärkung der Elektronenröhre erfolgt durch die Steuerspannung U_{st} , die sich aus Gitterspannung U_g und einem Faktor D der Anodenspannung U_a zusammensetzt. Der resultierende Strom an der Anode und dem Gitter wird Emissionsstrom I_e genannt und kann durch eine negative Gitterspannung vollständig auf die Anode konzentriert werden. Abgesehen von der Minimierung von Verzer-

¹¹¹ Vgl. Schroeder (1963), S. 15

¹¹² Vgl. Schroeder (1963), S. 15

rungen, kann hierdurch eine leistungslose Aussteuerung des Anodenstroms durch die negative Gitterspannung erfolgen, was eine Besonderheit der Elektronenröhre darstellt.¹¹³ Die Kennlinien, aus denen sich die Werte für U_g und U_a bei einer gewünschten Anodenspannung ermitteln lassen, sind in der Regel die I_a/U_G Kennlinie mit U_a als Parameter und die I_a/U_A Kennlinie mit U_g als Parameter.

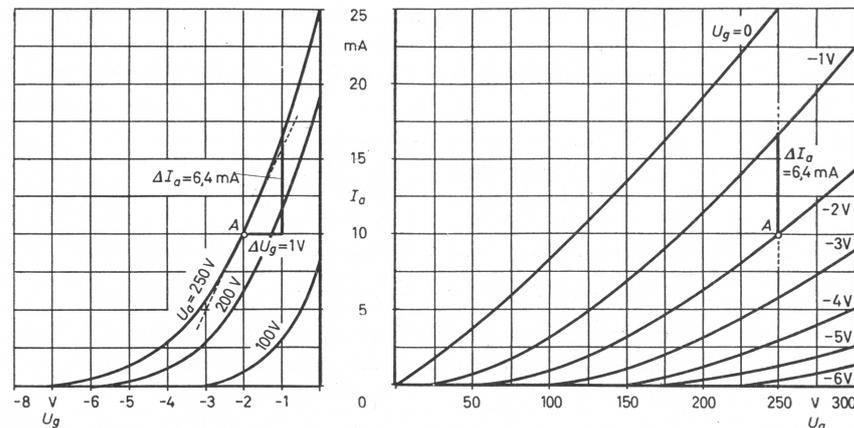


Abb. 12: Kennlinienfelder der Röhre EC 92

Drei Kenndaten, die das Verhalten der Triodenröhre rechnerisch beschreiben können, sind Steilheit, Durchgriff und der Innenwiderstand der Röhre. Die Steilheit S stellt das Verhältnis von Anodenstrom- zu Gitterspannungsänderung dar und kann als Steigungsmaß beider Grafiken in der Abbildung 12 auch grafisch entnommen werden. Sie wird speziell für einen Arbeitspunkt errechnet und ist auch nicht über den gesamten Kurvenbereich konstant. Der Durchgriff D oder der reziproke Wert μ beschreibt als Differentialquotient die nötige Anodenspannungsänderung bei einer Gitterspannungsänderung um 1 V. Voraussetzung ist hier, dass der Anodenstrom konstant bleibt, was nur bei gegensätzlichen Änderungen von U_a und U_g möglich ist. Für μ ist auch die Bezeichnung Leerlaufverstärkungsfaktor gebräuchlich, welcher die maximale Verstärkung der jeweilige Röhre darstellt. Der Innenwiderstand R_i der Röhre gibt als Differentialquotient das Verhältnis von U_a zu I_a bei konstanter Gitterspannung an. Da er das Verhältnis einer Spannungsänderung zu einer Stromänderung beschreibt, stellt er den Wechselstromwiderstand der Röhre, nach Außen hin dar.¹¹⁴ Wie auf der Abbildung 13 zu erkennen, kann der Arbeitspunkt an dem eine Röhre betrieben wird, den Anforderungen der Schaltung ange-

¹¹³ Vgl. Schroeder (1963), S. 28

¹¹⁴ Vgl. Schroeder (1963), S. 31

passt werden. Zur Ermittlung des Arbeitspunktes ist ein grafischer und ein rechnerischer Weg gegeben, denen beiden folgende Gleichung zugrunde liegt:

$$I_a = \frac{U_B - U_a}{R_a} \quad 115$$

Bei einem gegebenen Arbeitspunkt P1, mitsamt den Werten U_B , U_g und R_a kann hier über die Berechnung oder geometrische Ermittlung zweier möglicher Hilfspunkte P2 / P3, der gewünschte Arbeitspunkt festgestellt werden.¹¹⁶

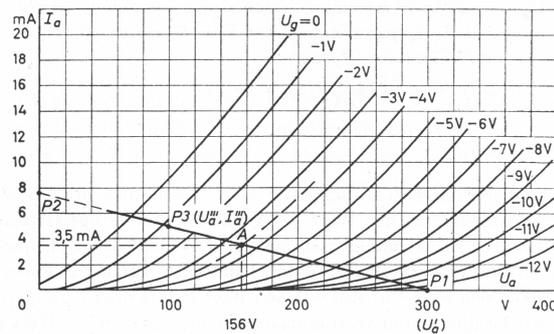


Abb. 13: Ermittlung des Arbeitspunktes mithilfe der Widerstandsgerade durch P1, P2, P3

Da jedoch selten Wechselströme, sondern in der Audiotechnik immer eine alternierende Spannung übertragen und verstärkt werden soll, muss die Stromänderung zu einer Spannungsänderung werden. Hierfür wird an der Anode ein Widerstand R_a angelegt, über den die gleichphasigen Änderungen von i_a und u_g , zu einer gegenphasigen Änderung von u_a werden.¹¹⁷¹¹⁸ Auch für die Bestimmung der Verstärkung v sind grafische und rechnerische Möglichkeiten gegeben, für die an dieser Stelle ein Verweis auf die entsprechende Literatur genügen soll.¹¹⁹

Um die Ausführungen zu konkretisieren, sollen Grundverstärkerschaltungen mit Trioden aufgeführt und erklärt werden. Deren Bezeichnungen beziehen sich auf die Elektrode, welche mit der Schaltungsmasse verbunden wird und somit zur Ein- und Ausgangsschaltung gehört.

¹¹⁵ U_B steht für Batteriespannung und entspricht der Heizspannung der Kathode.

¹¹⁶ Vgl. Schroeder (1963), S. 39

¹¹⁷ Zur Erklärung: Ein anwachsender Strom i_a hat einen erhöhten Spannungsabfall an R_a zur Folge, was einem Rückgang der Spannung u_a gleichbedeutend ist. Sinkt der Anodenstrom ab, bedeutet das einen geringeren Spannungsabfall an R_a und somit einen Anstieg der Anodenwechselspannung. Folglich wird durch den Anodenwiderstand, aus einer stromverstärkenden Schaltung eine spannungsverstärkende.

¹¹⁸ Vgl. Schroeder (1963), S. 44

¹¹⁹ Vgl. Schroeder (1963), S. 43

Grundsaltungen der Elektronenröhre

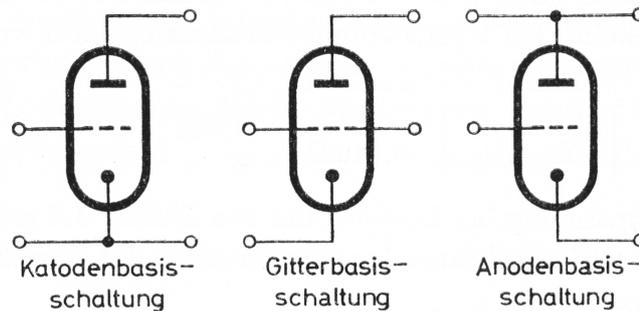


Abb. 14: Grundsaltungen der Elektronenröhre

Bei der **Kathodenbasisschaltung** wird die Eingangsspannung zwischen Gitter und Kathode angelegt und zwischen Anode und Kathode abgegriffen. Arbeitet man bei dieser Schaltung mit einer negativen Gitterspannung und nicht zu hoher, oberer Grenzfrequenz, so ist der Eingangswiderstand dieser Schaltung hoch. Da die abgenommene Anodenspannung nicht nur die verstärkte Gitterspannung enthält, sondern der Gleichspannung U_a überlagert ist, werden sogenannte Koppelkondensatoren an der Anode für die Entkopplung eingesetzt. Wie der Abbildung XX zu entnehmen ist, bilden C_1 und R_g ein RC-Glied mit Hochpasswirkung. Bei geschickt gewählter Kapazität blockt C_1 die Gleichspannung gegenüber nachfolgenden Stufen, aber auch gegenüber dem Eingang ab, ohne das Signal hinsichtlich der unteren Grenzfrequenz hörbar zu beschneiden. Die Dimensionierung von C_2 wird durch die maximale Spannungsfestigkeit in Abhängigkeit der Betriebsspannung $U_c = U_b \cdot (0,5 \cdot U_b)$ vorgegeben.¹²⁰

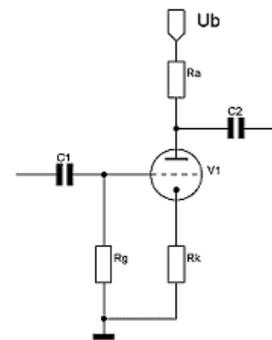


Abb. 1: Beispiel für eine Kathodenbasisschaltung

¹²⁰ Vgl. <http://www.frihu.com/content/diy/allgemein/kathoden-basis.html>

Im Falle der **Gitterbasisschaltung** liegt die Eingangsspannung zwischen Kathode und Gitter an, die Ausgangsspannung jedoch zwischen Anode und Gitter. Durch das Gitter als gemeinsamen Bezugspunkt, ergibt sich eine fast vollständige Entkopplung von Ein- und Ausgangskreis.¹²¹ Diese Schaltung weist einen geringen Eingangswiderstand auf, was kombiniert mit der Forderung nach einem Steuerstrom, in einer hohen Belastung der Quelle resultiert. In unveränderter Form kommt die Gitterbasisschaltung lediglich in der HF-Technik zum Einsatz, während in der NF-Technik eher die Variante der Kaskodenschaltung eingesetzt wird.¹²² Eine Möglichkeit für den Aufbau einer Kaskodenschaltung ist über eine gewöhnliche Kathodenbasisschaltung am Eingang und eine dazu in Reihe geschaltete Gitterbasisschaltung mit einer Pentode als zweite Stufe. Die erste Stufe verstärkt hierbei kaum Spannung, sie liefert durch

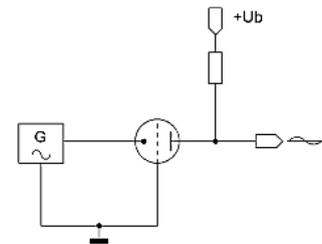


Abb. 15: Grundsätzliche Anordnung der Gitterbasisschaltung

ihren hohen Eingangswiderstand die Leistung für den niederohmigen Eingang der zweiten Stufe. Das Ergebnis ist eine größere erreichbare Verstärkung, als beim Normalbetrieb zweier Trioden, mit einem ähnlich günstigen Rauschverhalten, aber mit den vorteilhaften Verstärkungs- und Entkopplungseigenschaften einer Pentode.¹²³

Für die **Anodenbasisschaltung** wird die Anode wechselstrommäßig auf die Masse gelegt. Durch den Verzicht auf Widerstände in der Zuleitung der Anode wird verhindert, dass sich hier eine Wechselspannung aufbauen könnte, um die das Potenzial der Anode gegen Masse schwanken könnte. Die Anodenbasisschaltung stellt keine verstärkende Stufe in dem Sinne dar, vielmehr wird diese Variante zur Impedanzwandlung und Phasenumkehr eingesetzt. Durch die 100%ige Gegenkopplung beträgt der Verstärkungsfaktor <1 und ist weitgehend frequenzunabhängig. Die Ein-

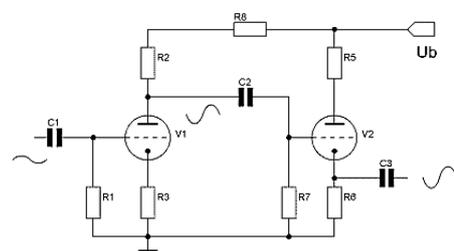


Abb. 16: Kathodenbasisschaltung als Eingangsstufe und Anodenbasisschaltung zur Impedanzwandlung am Ausgang

¹²¹ Vgl. Schroeder (1963), S. 257

¹²² Vgl. <http://www.frihu.com/content/diy/allgemein/gitter-basis.html>

¹²³ Vgl. Schroeder (1963), S. 260

gangsimpedanz dieser Schaltung kann sehr hoch im Verhältnis zur Ausgangsimpedanz sein.¹²⁴

Der Klirrfaktor

Den bereits abgebildeten Betriebskennlinien von Elektronenröhren ist anzusehen, dass diese Bauteile von sich aus nicht linear arbeiten, sondern eine sichtbare Kennlinienkrümmung aufweisen.

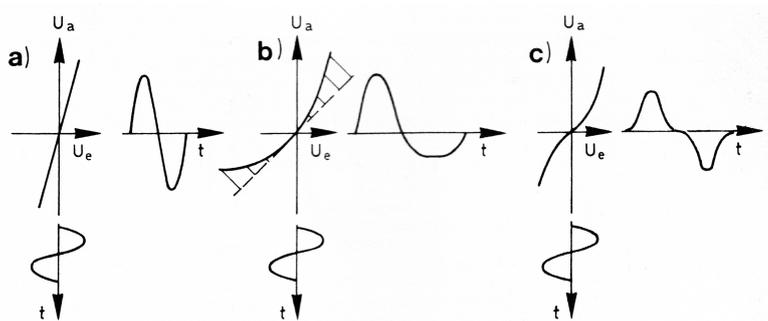


Abb. 17: a) Verstärkung mit einer linearen Kennlinie, ohne Verzerrungen b) Verstärkung mit einer einer linearen Kennlinie überlagerten quadratischen Kennlinie, unsymmetrische Verzerrungen c) Verstärkung mit einer kubischen Kennlinie, symmetrische Verzerrungen

Dies ist so zu verstehen, dass bei einer sinusförmigen Wechselspannung am Eingang sich der resultierende Anodenstrom, nicht exakt gleichförmig dazu verändert. Das führt, abhängig von der Art der Kennlinie zu Verzerrungen des sinusförmigen Ausgangsstromes und somit einer Verfälschung des Quellsignals. Zum weiteren Verständnis ist es notwendig zu wissen, dass Trioden grundsätzlich eine unsymmetrische Kennlinie und Pentoden eine symmetrische, s-förmige Betriebskennlinie aufweisen.

Die FFT-Analyse bei linearer, quadratischer und kubischer Kennlinie veranschaulicht diese Verzerrung der Sinuskurve, als eine Überlagerung der Grundschwingung mit Oberschwingungen des Faktors 2ω bei

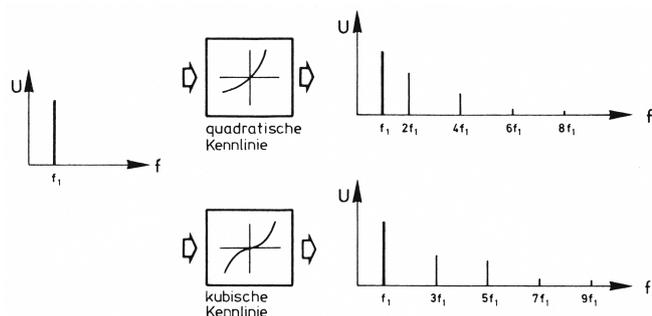


Abb. 18: Darstellung der Verzerrungen über den Frequenzbereich bei verschiedenen Betriebskennlinien

quadratischer und des Faktors 3ω bei kubischer Kennlinie.¹²⁵ Beschrieben werden

¹²⁴ Vgl. Schroeder (1963), S. 262

diese durch nichtlineare Kennlinien hervorgerufene Verzerrungen häufig mit dem Klirrfaktor, welcher als Maß für die entstandenen Oberschwingungen des Signals gilt. Hierbei ist zwischen dem Gesamtklirrfaktor k und dem Teilkirrfaktor k_n zu unterscheiden. Der Gesamtklirrfaktor ist wie folgt definiert:

$$k = \frac{\sqrt{U_{2f_1}^2 + U_{3f_1}^2 + U_{4f_1}^2 + \dots}}{U_{ges}}$$

k = Klirrfaktor, $U_{2f_1} \dots$ = Spannungen der neu entstandenen Oberwellen als Effektivwerte [V], f_1 = Frequenz des Messtons, U_{ges} = Spannung des verzerrten Gesamtsignals als Effektivwert [V]

Der Teilkirrfaktor beschreibt lediglich das Verhältnis einer Oberschwingung zur Grundschwingung:

$$k_n = \frac{U_n}{U_{ges}}$$

k_n = Klirrfaktor n-ter Ordnung, U_n = Spannung der n-ter Harmonischen als Effektivwert [V], U_{ges} = Spannung des verzerrten Gesamtsignals als Effektivwert [V]

Die Angabe des Klirrfaktors erfolgt in %, wofür der Wert k mit dem Faktor 100 multipliziert werden muss.¹²⁶

Für das Gehör haben sich die quadratischen k_2 Verzerrungen als angenehmer, als die kubischen k_3 Verzerrungen erwiesen. Dies erklärt die Notwendigkeit von klirrarmen Pentodenröhren in Endstufen von Verstärkern und die überwiegende Nutzung von Triodenröhren in den Vorstufen. Es widerlegt auch das Gerücht, Elektronenröhren würden lediglich k_2 Verzerrungen hervorrufen, da diese Beschreibung eine falsche Verallgemeinerung darstellt.¹²⁷

Gegenkopplung

Um die Verstärkung weiter zu stabilisieren und den Klirrfaktor zu senken, wird in den meisten Verstärkerschaltungen mit einer Gegenkopplung gearbeitet. Hierbei wird die um 180° phasengedrehte Ausgangsspannung des Verstärkers dem Eingang zugeführt, wodurch der Verstärkungsfaktor verringert wird. In der Praxis ist ein Kompromiss zwischen einem akzeptablen Klirrfaktor und einer ausreichenden Verstärkung zu finden. Abb. X zeigt die Linearisierung der Verstärkerkennlinie, in Abhängigkeit vom Gegenkopplungsfaktor K . Es ist zu beachten, dass bei $K=1$, also einer ungedämpften Gegenkopplung der Verstärkungsfaktor gegen den Wert 1,

¹²⁵ Vgl. Schroeder (1963), S. 99

¹²⁶ Vgl. Dickreiter (1979), S. 746

¹²⁷ Vgl. Dickreiter (1979), S. 744

also 0 dB geht. Eine spezielle Eigenschaft gegengekoppelter Verstärker, ist wie bereits gesagt der geringe Klirrfaktor, der erreicht werden kann. Dies gilt allerdings nur, solange sich der Arbeitspunkt unter der Aussteuerungsgrenze befindet.¹²⁸ Ab dieser steigt der Klirrfaktor beachtlich an, wobei die entstehenden Obertonfrequenzen sowohl geradzahlige, als auch ungeradzahlige Vielfache der Grundfrequenz enthalten. Dies besagt, dass ein stark geradzahliges Klirrvverhalten einer Vorstufe nur durch nicht gegengekoppelte Schaltungen in Röhrentechnik erreicht werden kann.¹²⁹

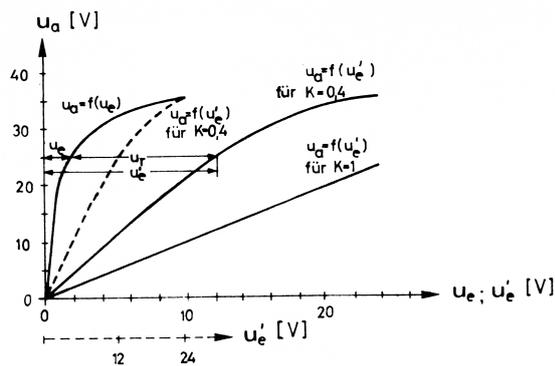


Abb. 19: Linearisierung der Verstärkerkennlinie durch eine Gegenkopplung mit $K \Rightarrow 1$.

Transistorschaltungen

Während die Patente für die ersten Transistoren bereits 1925 angemeldet wurden¹³⁰, waren die für die Audiotechnik relevanten bipolaren Transistoren erst in den Sechziger Jahren kostengünstig erhältlich und als gleichwertiger Ersatz für die Elektronenröhre verfügbar. Auch für die transistorisierten Verstärker existieren Grundsaltungen, die jedem Schaltungsentwurf zu Grunde liegen und im Ursprung vorerst einstufig aufgebaut sind. Eine Kaskadierung solcher einstufigen Verstärker hat als Ergebnis einen mehrstufigen Verstärker mit verbessertem Klirrvverhalten und erhöhter Stabilität bezüglich Last- und Netzschwankungen. Bei den folgenden Grundsaltungen wird der Einfachheit halber lediglich die Variante mit einem Transistor der Zonenfolge npn dargestellt.

¹²⁸ Vgl. Dickreiter (1979), S. 701

¹²⁹ Vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Valve_audio_amplifier

¹³⁰ Vgl. <http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=CA&NR=272437&KC=&FT=E>

Emitterschaltung

Die Namensgebung bei der Emitterschaltung ergibt sich aus dem Massepotenzial, das am Emitter anliegt. Die zu verstärkende Eingangsspannung u_1 liegt an der Basis an, die Ausgangsspannung u_2 wird zwischen Kollektor und Emitter abgegriffen. Die nebenstehende Abbildung zeigt diese Grundschalung mit den zusätzlich für die Basis-Emittervorspannung erforderlichen Basisteilern R_1 und R_2 , sowie einem Generator mit Generatorwiderstand R_G und einem Lastwiderstand R_L . Der Betrag der Spannungsverstärkung V_u wird durch das Verhältnis der bereits erwähnten Spannungen u_1 und u_2 berechnet und lässt sich unter Einbeziehung von β = dynamische Stromverstärkung des Transistors in Emitterschaltung, R_C = Kollektorwiderstand, R_L = Lastwiderstand und r_{BE} = dynamischer Eingangswiderstand des Transistors in Emitterschaltung wie folgt weiter aufschlüsseln:

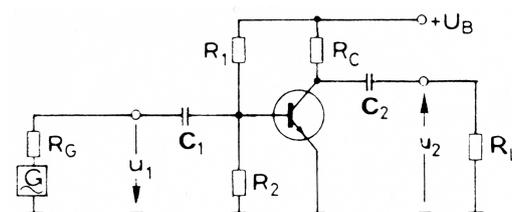


Abb. 20: Emitterschaltung

$V_u = \frac{\beta \cdot (R_C \parallel R_L)}{r_{BE}}$

Der Eingangswiderstand der Schaltung liegt bei ca. 1 k Ω und ist nicht zu vernachlässigen, der Innenwiderstand der Schaltung ist relativ groß und wird in den meisten Fällen durch den Kollektorwiderstand R_C bestimmt. Wie im Schaltbild zu erkennen, ist die Ausgangsspannung in der Polarität um 180° gedreht. Die Verstärkung die mit der Emitterschaltung erreicht werden kann ist vergleichsweise groß.

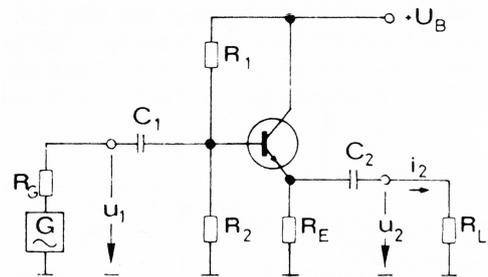
Kollektorschaltung

Hier liegt der Kollektorzweig des Transistors über die Stromversorgung an Masse an, die Verschaltung ist bis auf den Emitterwiderstand R_E und der daran abzugreifenden Ausgangsspannung u_2 identisch zur vorherigen Schaltung. Die Spannungsverstärkung wird in diesem Fall über folgende Formel errechnet:

$$V_u = \frac{\beta \cdot R_E}{r_{BE} + \beta \cdot R_E}$$

, wobei in diesem Fall $\beta \gg 1$ angenommen wird. In einer Vielzahl der Anwendungen ist das Verhältnis $\beta \cdot R_E \gg r_{BE}$ gegeben, wodurch V_u gegen 1 geht und mit der

Schaltung somit keine effektive Verstärkung zu erreichen ist. Da bei der Kollektorschaltung ein Eingangswiderstand von mehreren $M\Omega$ erreicht werden kann und der Innen- respektive Ausgangswiderstand im Verhältnis dazu relativ klein ist, wird die Schaltung oft als Impedanzwandler eingesetzt. Wie auf der Abb. X zu erkennen sind u_1 und u_2 gleichphasig. Diese



Schaltung verhält sich somit grundsätzlich in ähnlicher Weise, wie die Anodenschaltung.

Abb. 21: Kollektorschaltung

Basisschaltung

Bei der Basisschaltung liegt die Masse wechsellspannungsmäßig an der Basis an, bezüglich der Spannungsverstärkung sind die Möglichkeiten hier sehr ähnlich wie bei der Emitterschaltung. Auch der Eingangswiderstand ist sehr klein und der Innenwiderstand wiederum sehr groß. Über den Kondensator C_1 wird die Basis wechsellspannungsmäßig an die Masse gelegt. Abgesehen vom Einsatz bei der emittergekoppelten Schaltung, wird die Basisschaltung im Vergleich zur Emitterschaltung sehr selten eingesetzt. Durch ihre hohe maximale Grenzfrequenz wird sie fast alleinig in der Hochfrequenztechnik eingesetzt. Die Ausgangsspannung weist auch hier keine Phasendrehung zur Eingangsspannung auf.

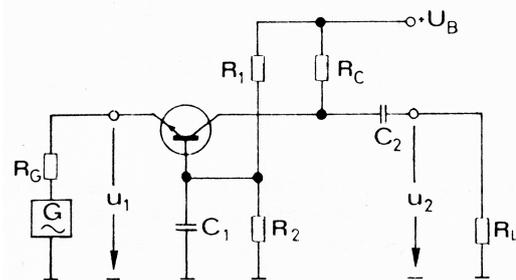


Abb. 22: Basisschaltung

Die bereits erwähnten Vorstufenschaltungen können mit verschiedenen Endstufenschaltungen kombiniert werden, welche beim klassischen Linearbetrieb in die Typen A-Betrieb, B-Betrieb und AB-Betrieb gegliedert werden.¹³¹ Die Eigenschaften der Einzelschaltungen lassen sich gleichartig auf die Röhrentechnik übertragen.

¹³¹ Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Endstufe_\(Elektrotechnik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Endstufe_(Elektrotechnik))

A-Betrieb

Die nebenstehende Abbildung zeigt einen Eintakt-A-Verstärker, bei dem ein Übertrager am Ausgang der Schaltung die Impedanzwandlung vom hohen Innenwiderstand des Transistors, hin zur geringen Impedanz der Last übernimmt. Beim A-Betrieb befindet sich der Arbeitspunkt

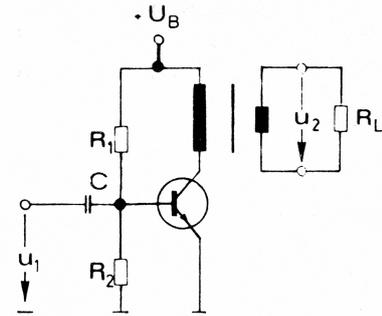


Abb. 23: Eintakt-Verstärker in A-Betrieb

grundsätzlich in der Mitte des Arbeitsbereichs, die Betriebsspannung liegt im statischen Betrieb am Kollektor des Transistors an. Der Arbeitspunkt ergibt sich einerseits durch die Senkrechte, die von der Betriebsspannung U_B gezogen wird und andererseits durch den Schnittpunkt der Verlustleistungshyperbel mit der Arbeitsgeraden. Trägt man die Ordinate des Arbeitspunktes ab, erhält man den Kollektorruhestrom I_C und gleichzeitig den halben Wert des Maximalstromes I_{C0} . Die Verlustleistung $P_{V \text{ Max}}$ erreicht diese Schaltung im statischen Betrieb, die aus der Stromversorgung abgezweigte Leistung ist nahezu unabhängig von der Aussteuerung und hat ihr Maximum bei 50%. Dies bescheinigt dem A-Betrieb den schlechten

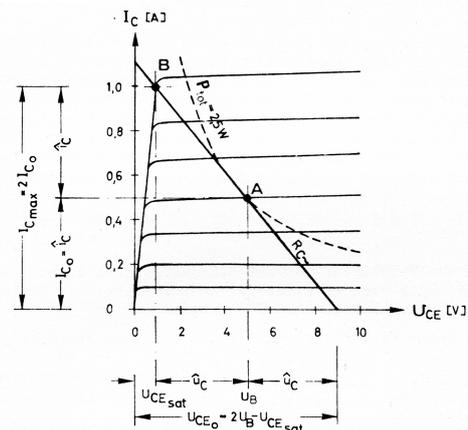


Abb. 24: Kennlinien eines Transistors und Ermittlung des Arbeitspunktes

Wirkungsgrad, weswegen sie im kommerziellen Massenbetrieb selten vorkommt. Der Eintakt-A-Verstärker weist jedoch auch deutliche nichtlineare Verzerrungen auf, die durch die Sättigungsspannung U_C gegeben sind. Aus diesem Grund ist der Gegentakt-A-Verstärker die deutlich gebräuchlichere Variante, die weniger nichtlineare Verzerrungen, jedoch aber einen ähnlich schlechten Wirkungsgrad aufweist. Beim symmetrisch aufgebauten Gegentakt-A-Verstärker arbeiten die beiden Transistorstufen, durch ihre zwischen Basis und Emitter liegenden Wechselspannungen, gegenphasig, erst am Übertrager T_{r2} findet die Phasendrehung statt. Auch bei dieser Schaltung gilt für die Kollektor-Emittersperrspannung der Zusammenhang $U_{CE0} = 2 * U_B$ und für den maximalen Kollektorstrom $I_{C \text{ max}} = 2 * I_{C0}$.

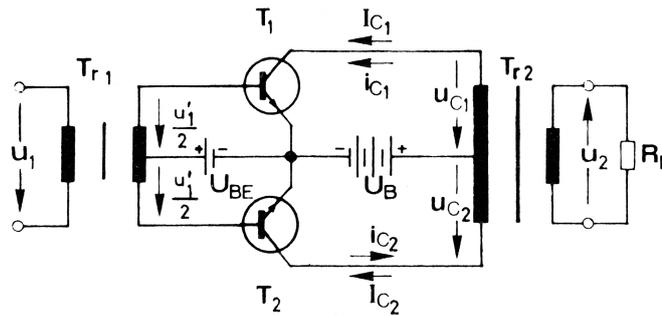


Abb. 25: Gegentakt-Verstärker in A-Betrieb

Für den Idealfall, dass der gekrümmte Verlauf der Arbeitskennlinien von T_1 und T_2 exakt identisch ist, werden die nichtlinearen Verzerrungen hiermit aufgehoben. In der Realität führen Bauteiltoleranzen jedoch für geringe Unterschiede in den Kennlinien und damit einhergehende nichtlineare Verzerrungen. Durch die Gegentaktschaltung kann in der Summe eine verdoppelte Ausgangsleistung bei geringerem Klirrfaktor erreicht werden und durch die gegenläufigen Kollektorgleichströme kann mit einem kleinen Übertrager gearbeitet werden, da dieser nicht vormagnetisiert werden muss.¹³²

B-Betrieb

Beim B-Betrieb wird die Basis-Emittervorspannung so gering gewählt, dass die Transistoren gerade noch oder nicht mehr sperren. Dadurch fließt ein sehr geringer Kollektorstrom und der Arbeitspunkt befindet sich im unteren Knick der Transistorkennlinie. Im statischen Betrieb weist diese Schaltung nahezu keine Verlustleistung auf, welche erst bei Ansteuerung entsteht.

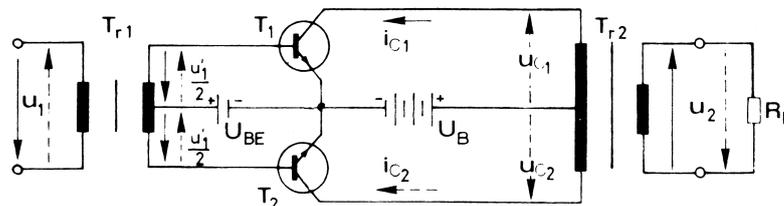


Abb. 26: Gegentakt-Verstärker in B-Betrieb

Durch die Gegentaktschaltung ist T_2 während der positiven Halbwelle der Eingangsspannung u_1 sperrend, während T_1 leitend ist. An der Primärwicklung des Ausgangsübertragers T_{r2} liegen die Kollektorwechselspannungen u_{c1} und u_{c2} an,

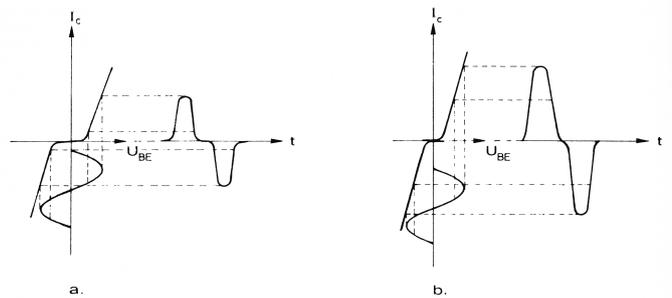
¹³² Vgl. Dickreiter (1979), S. 688 ff.

welche durch die gegensätzlichen Wechselströme i_{c1} und i_{c2} wieder eine sinusförmige Ausgangsspannung ergeben.

Der Wirkungsgrad einer B-Gegentaktendstufe kann maximal 78,5 % erreichen, die maximale Verlustleistung an den Endstufentransistoren, ist bei 65% Aussteuerung erreicht.¹³³

AB-Betrieb

Durch die bereits erwähnte gering gewählte Basis-Emitter-Vorspannung im reinen B-Betrieb, betreibt man die Transistoren im un-



teren, nichtlinearen Bereich der Kennlinie. Dadurch ent-

Abb. 27: a) Übernahmeverzerrungen im B-Betrieb
b) Verringerung der Verzerrungen im AB-Betrieb

stehen die in Abb X a) abgebildeten nichtlinearen Verzerrungen, welche auch als Übernahme- oder B-Verzerrungen bezeichnet werden. Erst eine geschickt gewählte Vorspannung von wenigen Milliampere kann diese, wie in Abb. X b), vermindern, erhöht jedoch dadurch die Verlustleistung. In diesem Fall übernimmt je ein Transistor einen Teil der gegensätzlichen Halbwelle, wodurch die Übernahmeverzerrungen verringert werden.¹³⁴

Operationsverstärkerschaltungen

Operationsverstärker¹³⁵ kommen als integrierte Schaltungen in einer Großzahl heutzutage produzierter Verstärkerschaltungen vor. Ein OpAmp ist ein universeller Gleichspannungsverstärker, mit zwei Eingängen und einem Ausgang. Davon ist ein Eingang jeweils als invertierend und ein weiterer als nicht-invertierend ausgelegt.¹³⁶ Abgesehen von den Anschlüssen für die Signalführung weisen OpAmp noch Pins für die Betriebsspannung von +/- 6 V bis +/- 18 V auf.

¹³³ Vgl. Dickreiter (1979), S. 690

¹³⁴ Vgl. Dickreiter (1979), S. 691

¹³⁵ Im Folgenden OpAmp genannt.

¹³⁶ Vgl. http://www.vias.org/mikroelektronik/oa_konzept.html

Der ideale OpAmp weist eine unendlich hohe Verstärkung und Bandbreite auf, der Eingangswiderstand ist unendlich hoch, wodurch der Eingangsstrom gleich Null wird. Der Innenwiderstand eines idealen OpAmps ist ebenfalls Null.¹³⁷ In der Realität sieht es jedoch so aus, dass OpAmps Verstärkungsfaktoren von 10^4 bis 10^8 erreichen, Eingangswiderstände von $100\text{ k}\Omega$ bis $1000\text{ G}\Omega$ aufweisen und mit Innenwiderständen von $1 - 10\ \Omega$ arbeiten. Weitere Kenngrößen, die einen OpAmp beschreiben, sind die Offsetspannung¹³⁸, die meist zwischen -10 mV und $+10\text{ mV}$ liegt, die Bandbreite, welche meist mit 10^6 angegeben ist und die Slew Rate¹³⁹, welche je nach Bauart zwischen $0,5$ und $1000\text{ V} / \mu\text{s}$ schwankt. Der letztere Parameter ist direkt mit der Bandbreite und der Ausgangsspannung verknüpft, da eine hohe Grenzfrequenz und eine hohe Ausgangsspannung auch eine umso höhere Anstiegsgeschwindigkeit des OpAmps erfordern.¹⁴⁰

In der Regel wird beim OpAmp mit einer Gegenkopplung gearbeitet, wodurch sich die verschiedenen Schaltungsvarianten ergeben, wie zum Beispiel die des Spannungsfolgers. Bei dieser einfachsten Variante wird der Ausgang mit dem invertierenden Eingang kurzgeschlossen, was einem Gegenkopplungsfaktor von $K = 1$ entspricht und in der Konsequenz u_2 mit u_1 gleichsetzt. Hierbei werden, entsprechend der Anodenbasis- oder Kollektorschaltung, verbesserte Übertragungseigenschaften und Ein- und Ausgangswiderstände erreicht, wodurch der Spannungsfolger zur Impedanzwandlung und Trennung zwischen Ein- und Ausgang eingesetzt werden kann.¹⁴¹

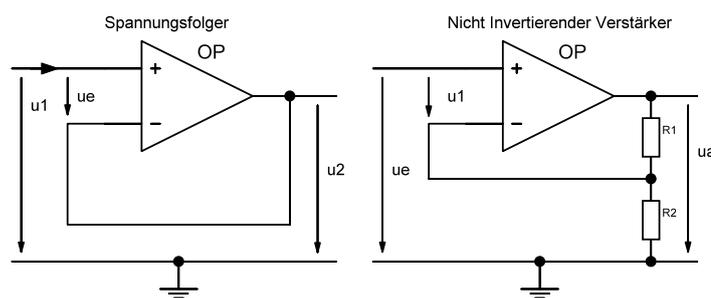


Abb. 28: Grundsaltungen eines Operationsverstärkers 1

¹³⁷ Vgl. Jüngling (1990), S. 11

¹³⁸ Als Offsetspannung wird die geforderte Eingangsspannung bezeichnet, die benötigt wird, um den Ausgang auf 0 V Spannungsdifferenz zu bringen.

¹³⁹ Slew Rate bezeichnet die Anstiegsrate der Ausgangsspannung beim Anlegen eines Rechtecksignals, meist in $\text{V}/\mu\text{s}$ angegeben.

¹⁴⁰ Vgl. http://www.vias.org/mikroelektronik/oa_konzept.html

¹⁴¹ Vgl. Jüngling (1990), S. 11

Während beim Spannungsfolger durch die vollständige Gegenkopplung u_e gleich Null wird, kann durch einen Spannungsteiler, wie er beim invertierenden Verstärker angewandt wird, eine Herabsetzung der Gegenkopplung stattfinden. Der daraus resultierende Verstärkungsgewinn an der Ausgangsspannung u_a wird wie folgt berechnet:

$$v_u = 20 \cdot \lg \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) [dB]$$

Das Verhältnis der beiden Widerstände R_1 und R_2 ist also entscheidend für den Verstärkungsfaktor und kann auch zur Regelung als Potentiometer ausgeführt werden. Durch die Nutzung des invertierenden Eingangs zur Gegenkopplung und des invertierenden Eingangs gemäß seines Zweckes, erfährt die Ausgangsspannung keinerlei Phasendrehung. Vertauscht man diese Verhältnisse, erhält man am Ausgang eine Phasenänderung von 180° . Dies ist der Fall, beim invertierenden Verstärker, welcher durch eine Parallelschaltung von weiteren Widerständen zu R_1 auch als Summierverstärker in der Knotenpunktbildung eingesetzt wird. Die Verstärkung berechnet sich aus dem Quotienten von R_1 und R_2 .

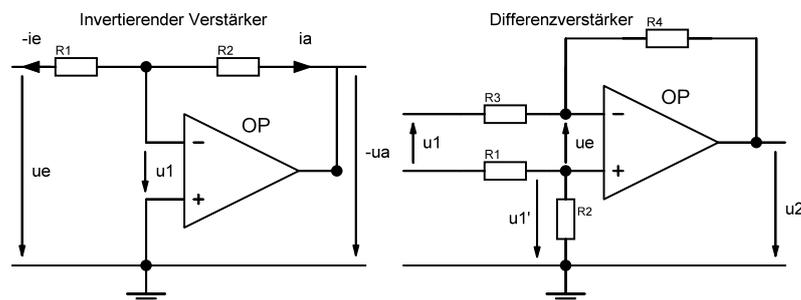


Abb. 29: Grundsaltungen eines Operationsverstärkers 2

Zur Verarbeitung von symmetrischen und unsymmetrischen Signalen kann die Schaltung des Differenzverstärkers angewandt werden. Für die Dimensionierung der Widerstände gilt folgende Gleichung:

$$u_2 = \frac{u_1}{2} \cdot \left[\frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) \cdot R_3} + \frac{R_4}{R_3} \right]$$

Das Besondere hierbei ist, dass Gleichspannungen, die an R_1 und R_3 anliegen von dem Operationsverstärker unterdrückt werden können. Das Maß für diese Gleichtaktunterdrückung wird für den jeweiligen Operationsverstärkertyp in der Common Mode Rejection Ratio angegeben. Durch die Anwendung des Differenzver-

stärkers können also symmetrische Eingänge realisiert werden, ohne, dass der Einsatz von Übertragern notwendig wird.¹⁴²

3.2.3 Mischpulttechnik

Da das Kapitel Verstärkertechnik sich überwiegend mit den schaltungstechnischen Grundlagen beschäftigt, soll im Kapitel Mischpulttechnik konkret anhand einiger Bautypen der Einsatz verschiedener Verstärker behandelt werden.

Während heutzutage eine leistungsfähige Digital Audio Workstation¹⁴³ und ein Set von Vorverstärkern für eine Aufnahme genügen, war bei der Arbeit mit Bandmaschinen stets ein Mischpult für die Summierung, das Monitoring, Pegelveränderungen, Positionierung im Panorama und zur Beeinflussung des Klanges nötig. Der Verstärkertechnik entsprechend waren die ersten Konsolen für Rundfunk und Aufnahmestudios mit Röhrentechnik aufgebaut. Populäre Beispiele aus den USA sind die RCA 76-B2 Radio Console, die Universal Audio 610 Console und kleinere mobile Einheiten von Grommes, Presto oder Altec für einfache, monophone Mischungen. So arbeitete Sam Phillips in seiner Anfangsphase, gemäß seinem Credo „We record anything-anywhere-anytime“, mit einem verhältnismäßig kompakten Komplettssetup von Presto, in dem eine Bandmaschine und ein 4-zu-1 Röhrenmischer enthalten waren.¹⁴⁴ Dieser und die weiteren erwähnten Mischer/Vorverstärker sind in der Einsteigerklasse damaliger Verhältnisse anzusiedeln, da sie selten über Panorama- oder Klangregler verfügten und keine Möglichkeit für separates Monitoring von Künstler und Engineer bieten.



Abb. 30: Der Altec 1567A - Eine mobile Mixing-Lösung in Röhrentechnik.

¹⁴² Vgl. Jüngling (1990), S. 12 ff.

¹⁴³ Im Folgenden DAW genannt.

¹⁴⁴ Vgl. Escott, Hawkins (1992), S. 15

Dennoch können diese Kleinmixer bei einer heutigen authentischen Produktion als Röhrenvorverstärker in Kombination mit einem Mischpult, den nötigen Charakter für die Tonaufnahme liefern. Der abgebildete Altec 1567A liefert mit eingebautem Übertrager laut Handbuch 97 dB Gain, was für Bändchen- und Tauchspulenmikrofone sehr hilfreich sein kann. Die Vorstufe des Altec 1567A ist einstufig mit je einer Hälfte einer 12AX7 Triode und ohne Gegenkopplung aufgebaut. Die Mono-Summe wird über eine zweistufig genutzte und gegengekoppelte 12AX7 Triode auf Linepegel gebracht und an die Endstufe mit einer 6CG7 Röhre weitergeleitet.¹⁴⁵ Es besteht also bei ähnlichen Geräten dieser Bauweise die Möglichkeit die Endstufe zu umgehen und somit einen 4-kanaligen, nicht gegengekoppelten Röhrenvorverstärker für die Nutzung mit einem Mischpult oder einer DAW zu erhalten. Da solche Geräte leider selten geworden sind und ausschließlich auf den Gebrauchtmärkten der USA auftauchen, ist für das aktuelle Projekt kein solcher Mixer verfügbar.

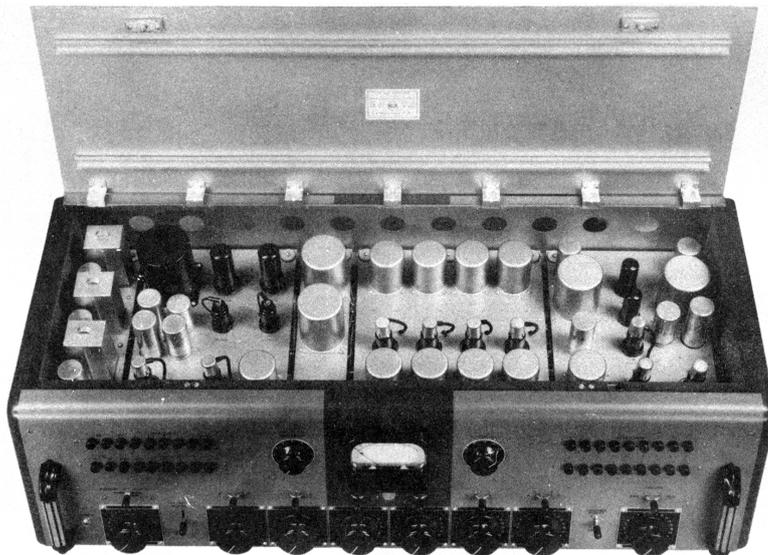


Abb. 31: Der RCA 76-B2 Konsolenmischer

Weitaus professionellere Bautypen wurden von RCA mit der 76-B2 und von Universal Audio mit dem modularen System M610 angeboten. Auch Sam Phillips rüstete seine Studioausstattung auf und kaufte eine RCA 76-D Konsole, auf welcher die meisten der heute bekannten Aufnahmen des Memphis Recording Service durchgeführt wurden. Diese ist dem Modell RCA 76-B2 sehr ähnlich, zu dem die Originalunterlagen noch vorliegen.¹⁴⁶ Die RCA 76 Konsole war mit 6 Mikrofonein-

¹⁴⁵ Vgl. 1567A Mixer Amplifier - Operating Instructions, S. 3

¹⁴⁶ Vgl. Escott, Hawkins (1992), S. 18

gängen und zwei Summenabgriffen ausgestattet. Die Mikrofonvorverstärker sind einstufig mit RCA 1620¹⁴⁷ Röhren und ohne Gegenkopplung aufgebaut. Im Anschluss an die Vorstufe wird die Spannung mit einem variablen Widerstand gedrosselt und daraufhin durch eine der beiden Summen „Program“ und „Monitor“ abgegriffen. Beide Summen werden weiterhin über vier RCA 1620 Röhren verstärkt und über einen Übertrager an die RCA 1621 Pentoden weitergegeben. Was sich hier wiederfindet ist die einfache Boost-Röhren-Vorstufe und der darauffolgende Potentiometer. Dies sind entscheidende Merkmale des Schaltungsdesign, die zusammen mit den Übertra-



Abb. 32: Universal Audio Modul aus der 610 Röhrenkonsole

gern einen großen Einfluss auf den Klang der Konsole ausüben. Die Verstärkung in dieser Schaltung ist konstant und wird durch den gewählten Arbeitspunkt einmalig festgelegt, mitsamt aller klanglichen Vor- und Nachteile. Erst im Anschluss wird das bereits verstärkte und womöglich verzerrte Audiosignal wieder in der Spannung herabgesetzt. Die Tatsache, dass hier keine Gegenkopplung eingesetzt wurde, zeigt die geringen Ansprüche an eine Geringhaltung des Klirrfaktors und gibt dem Audiosignal eine k2-lastige Klangfärbung, die auch durch folgende, zurückgekoppelte Stufen nicht ausgeglichen werden kann.

Ein Kollege von Phillips und heute bekannter Entwickler von Audioequipment war Bill Putnam. Obwohl Phillips viele Acetat-Master-Schallplatten mit einem Presto Plattenschneider selbst herstellte, arbeitete er mit Putnam für das Mastering zusammen und übersandte ihm seine Mastertapes, da er ihn als Engineer und für seine hervorragende Ausstattung mit Scully Plattenschneidern sehr schätzte.¹⁴⁸ Putnam war bereits als Engineer tätig, als er begann Broadcast Konsolen zu modifizieren und seinen Anforderungen anzupassen. Hier bekam er die Inspiration für viele der Merkmale, die sich in seinen späteren Designs wiederfinden, wie die Kaskodenschaltung am Eingang, die Klangregelung über Gegenkopplungen und die Modularbauweise.¹⁴⁹

¹⁴⁷ Die RCA 1620 Röhren waren handselektierte Exemplare der weit verbreiteten RCA 6J7 Röhre.

¹⁴⁸ Vgl. http://www.scottymoore.net/studio_sun.html

¹⁴⁹ Vgl. AES (1989), An afternoon with Bill Putnam



Abb. 33: Neil Youngs private UA 610 Green Tube Konsole

Die von Putnam gegründete Firma Universal Audio¹⁵⁰ ist unter anderem verantwortlich für die Produktion der 176, 1176 und LA-610 Geräte, welche heutzutage bei der Aufnahme und Mischung in vielen Studios als Standard gelten. Die wieder aufgelegten LA-610 Vorverstärker wurden jedoch in vielerlei Hinsicht an die Anforderungen moderner Tonstudios angepasst und sind unter anderem mit einer einstellbaren Gegenkopplung ausgestattet, was im Original nicht der Fall war.¹⁵¹ Möchte man in Deutschland ein authentisches Tonstudio für die Musik der 1950er eröffnen ist es von Vorteil die hiesigen Hersteller und Bautypen zu kennen, aus diesem Grund wird hier weiterhin ein Überblick zur damaligen Rundfunk und Tonstudioteknik gegeben.



Abb. 34: Tonfilmkonsole KL RS 060 bestückt mit V72 Verstärkern

¹⁵⁰ Später ist der Firmenname in UREI übergegangen.

¹⁵¹ Weiterführende Informationen zum LA-610 MKII können unter uaudio.com eingesehen werden.

Die Modularbauweise war im deutschen Rundfunk bereits seit den frühen 1930er Jahren sehr verbreitet und fand unter Verwendung der V41 Verstärkermodule Anwendung. Der V41 wurde von Maihak oder Telefunken/AEG hergestellt und stellte als erster zweistufiger Röhrenverstärker die Basis für alle darauffolgenden Klangverbesserungen in der Röhrentechnik dar. Die mit zwei Röhren aufgebaute Vorstufe weist eine regelbare Gegenkopplung auf, über die eine Verstärkung von 20 bis 55 dB geregelt werden kann, die Endstufe hingegen ist in sich stark gegengekoppelt. Im Datenblatt des V41 finden sich außerdem Hinweise darauf, dass die Verstärkungsregelung aufgrund der unterschiedlichen Eingangspegel bei Mikrofonen in jedem Fall als veränderliche Gegenkopplung auszuführen sei, um Übersteuerungen und erhöhtes Rauschen zu vermeiden.¹⁵² Eine Einsicht, die bei RCA noch nicht stattgefunden hatte, von Universal Audio jedoch später konsequent verfolgt wurde. Der Nachteil des V41 lag in seiner baulichen Ausführung in Gestellbauweise, wodurch er nicht kompakt in die Regieanlagen integriert, sondern davon abgesetzt ausgeführt werden musste.

Die Konsequenz aus dem V41 bestand im Bau des V72 Verstärkermoduls, das mit einer festen Verstärkung von 34 dB arbeitet, mit Glasröhren bestückt ist und durch seine kompaktere Bauweise in Einschubträgern im Regietisch selbst untergebracht werden kann. Im Falle, dass die Verstärkung des V72 nicht genügen sollte, kann der V77 analog dazu mit einer Verstärkung von bis zu 60 dB eingesetzt

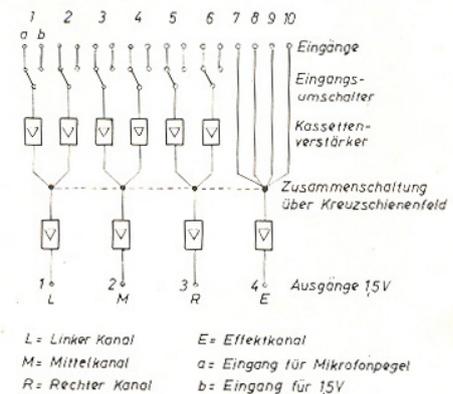


Abb. 35: Routingmöglichkeiten in einer V72-basierten Tonfilmkonsole

werden.¹⁵³ Ein Beispiel für den modularen Einsatz der V72/V77 Verstärker sind die Mischkonsolen von Klangfilm, respektive Siemens, welche für den Filmtone- und Fernsehbereich konzipiert wurden und durch flexible Klangregelung und ein ähnliches Routing-System wie die RCA Konsolen auffallen.

Mit der Weiterentwicklung des V72 zum V76 war eine größere Verstärkung von bis zu 76 dB möglich, die im Bereich bis 34 dB durch vor dem Eingangsübertrager befindliche Widerstände erreicht wird und ab 34 dB durch eine einstellbare Ge-

¹⁵² Vgl. IRT (1950), Datenblatt V41 Mikrofon- und Hauptverstärker

¹⁵³ Vgl. Dickreiter (1979), S. 311

genkopplung. Bis zu 34 dB wird also mit derselben Gegenkopplung gearbeitet, was dabei hilft den Geräuschspannungsabstand der Mikrofone über den Verstärkungsbereich konstant zu halten. Die Endstufe ist zweistufig und stark gegengekoppelt, um hier eine Übersteuerungsreserve zur Verfügung zu stellen.¹⁵⁴ Mischpultsysteme,

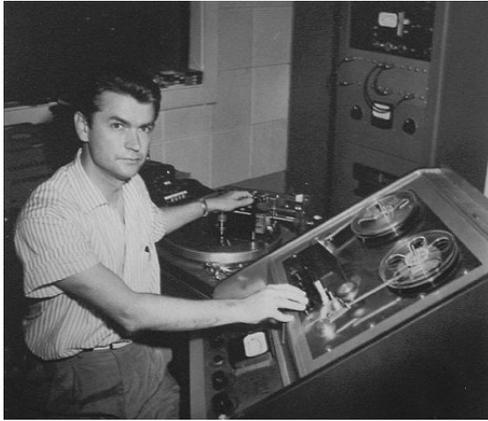


Abb. 36: Sam Phillips mit Ampex 350 und Presto 6-N Plattenschneider im im Hg.

me, die auf dem V76 aufbauen sind aus der Zeit der Fünfziger und Sechziger Jahre nicht namentlich bekannt, Dickreiter beschreibt jedoch im Handbuch der Tonstudioteknik von 1979 einige Anwendungen des V76 in Tonregieanlagen, wobei er auch auf die späteren Bauformen des V672 und die SITRAL Module von Siemens und deren Nutzung in Tonregieanlagen eingeht.¹⁵⁵

Für die Ausstattung eines kleinen Tonstudios kommen große Mehrkanalmischpulte, wie von Klangfilm, RCA oder Universal Audio hergestellt, einfach aufgrund ihres hohen Anschaffungspreises nicht in Frage. Darüber hinaus sind diese Röhrenmischpulte, was die Restaurierung und Wartungsintensität angeht sehr zeitintensiv und erfordern sicherlich das Geschick eines Service-Technikers, der viel Erfahrung mit Röhrenverstärkern gesammelt hat. Viele der aufgezeigten Mischpultlösungen sind im Bezug auf heutige Verhältnisse auch zu unflexibel und würden zu viele Einbußen bei der Arbeit des Tonmeisters erfordern.

3.2.4 Aufnahmetechnik

Obwohl das Magnetband als hauptsächliches Aufnahmemedium in der Entstehungszeit der Rockabilly Musik bezeichnet werden kann, waren Engineers wie Sam Phillips von ihren Rundfunkerfahrungen her so geprägt, dass sie der Qualität anfangs nicht vertrauten und ausschließlich die mechanische Schallaufzeichnung auf Schallplatte wählten.¹⁵⁶ Phillips nahm hierbei auf 16 Zoll Acetat Platten auf,

¹⁵⁴ Vgl. IRT (1959) Braunbuch-Beschreibung V76, S. 1

¹⁵⁵ Vgl. Dickreiter (1979), S. 315 ff.

¹⁵⁶ Vgl. http://mixonline.com/ar/audio_sam_phillips/

wobei er die höhere Aufnahmegeschwindigkeit von 78 RPM wählte, obwohl zu seiner Zeit Umdrehungsgeschwindigkeiten von 33 RPM für die Zwischenspeicherung üblich waren.¹⁵⁷¹⁵⁸ Da das sogenannte Direktschnittverfahren jedoch aus technischer und finanzieller Sicht nicht relevant für die heutige Einrichtung eines Tonstudios ist, wird hier nicht weiter darauf eingegangen. Als Mastermedium wurde die Schallplatte jedoch auch nach Phillips Umstieg auf Bandmaterial 1951 eingesetzt, wobei die Preise für Bandmaterial erst um 1956 so günstig wurden, dass er ohne finanzielle Rücksicht frei damit umgehen konnte.¹⁵⁹

Die Frage an dieser Stelle lautet, inwiefern das Aufnahmemedium Magnetband die Klangästhetik in den Fünfziger Jahren beeinflusst hat und was für technische Hintergründe dieser zugrunde liegen. Zunächst ist zu erwähnen, dass sich die Möglichkeiten für Mehrspuraufnahmen gerade in der Entstehungszeit des Rock'n'Roll von Mono-Maschinen, hin zu 3- oder 4-Spurrekordern entwickelt haben. Bei der Mono-Aufnahme sind die Mischverhältnisse bereits bei der Aufnahme so zu setzen, dass sie endgültig sind. Bei der Aufnahme auf Zweispurmaschinen besteht die Möglichkeit entweder eine sinngemäße Gruppierung der Aufnahmesignale auf die zwei Kanäle vorzunehmen, wie z.B. Kontrabass, Gitarre auf Kanal 1 und Gesang auf Kanal 2. Auf diese Weise können bei einem späteren Mixdownprozess die Pegelverhältnisse neu gesetzt und Klangveränderungen vorgenommen werden. Voraussetzung hier ist, dass eine weitere Bandmaschine oder ein anderes Mastermedium, sei es digital oder mechanisch, verfügbar ist. Oder aber man zeichnet den fertiggestellten Mix direkt bei der Aufnahme auf, ohne Rücksicht auf eine Trennung der Instrumentalgruppen. Bei Monoproduktionen, wie es in der Musik der Fünfziger Jahre oft der Fall ist, ergibt sich hier ein vergrößerter Rauschabstand von 6 dB. Bei Mehrkanaltonaufnahmen ab 3 Spuren kann die Trennung der Instrumentengruppen weiter gesteigert werden, wobei es hier durch die Bestückung der Mischpulte mit drei Summenabgriffen L-C-R, üblich war diskrete Lautsprecher für die jeweiligen Spuren im Regieraum anzubringen.¹⁶⁰

¹⁵⁷ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 15

¹⁵⁸ Phillips wollte hierdurch Qualitätsverbesserungen im Klang erreichen. Die Erhöhung der Umdrehungsgeschwindigkeit entspricht der Erhöhung der Abtastrate in der Digitaltechnik.

¹⁵⁹ Vgl. Escott, Hawkins (1991), S. 18

¹⁶⁰ Vgl. <http://www.aes.org/aeshc/docs/mtgschedules/109conv2000/109th-vinyl-report-1.html>

Da eine Bandmaschine stets im Verbund mit Aufnahme- und Wiedergabeverstärker zu sehen ist, gilt es zu beachten, dass die von Phillips und Co. verwendeten Bandmaschinen mit Röhrenvorstufen an Ein- und Ausgang ausgestattet waren. Populäre Beispiele für Bandmaschinen, deren Vorverstärker heutzutage bei Aufnahmen einzeln verwendet werden, sind z.B. die von Sam Phillips eingesetzten Ampex 350 oder Berlant Concertone Vorverstärker mit Mikrofoneingängen. Als deutsche Röhrenbandmaschinen sind die Telefunken M5, M5A und die Studer C37 Geräte zu nennen.¹⁶¹ Diese Vorverstärker, die verständlicherweise auf möglichst hohe Linearität ausgelegt waren, hatten jedoch auch einen bestimmten Klang inne, der als Teil des gesamten Fifties-Sound schwer zu lokalisieren, aber dennoch existent ist. Dahingegen muss bedacht werden, dass die Vorverstärker mit dem Pulsausgang auf Linepegel gespeist wurden und bei korrekter Aussteuerung in einem weitgehend linearen Arbeitsbereich betrieben wurden.

Drei klangliche Auswirkungen, die der Bandaufzeichnung aufgrund ihres Funktionsprinzips innewohnen, sind ein erhöhter Rauschpegel, Verzerrungen und die Dämpfung hoher Frequenzen. Diese Faktoren sind von vielen gegebenen Eigenschaften der jeweiligen Bandmaschine abhängig, können aber durch die Auswahl der Bandgeschwindigkeit, die Einstellung des Bandflusses bzw. Arbeitspunktes und das Bandmaterial beeinflusst werden.

Das Rauschverhalten des Bandmaterials ist grundsätzlich erst Mal von der Vormagnetisierung abhängig. So wirkt sich die HF-Vormagnetisierung negativ auf das Ruhe- und Betriebsrauschen im Bereich hoher Frequenzen aus. Die Gleichstromvormagnetisierung hingegen bewirkt durch immanente Ungleichheiten bei der Vormagnetisierung und die Rauheit des Bandes Rauschen in Form eines tieffrequenten Polterns.¹⁶²

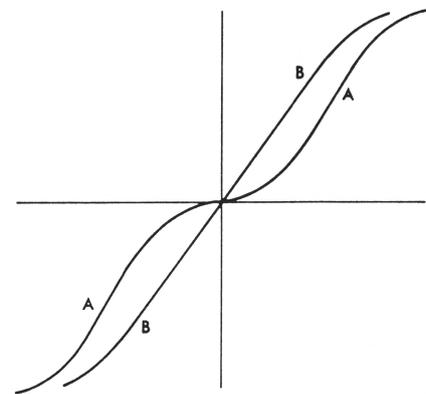


Abb. 37: A = Kennlinie von Bandmaterial ohne Vormagnetisierung, B = Kennlinie von Bandmaterial mit HF-Vormagnetisierung

¹⁶¹ Vgl. Dickreiter (1979), S. 539

¹⁶² Vgl. Dickreiter (1979), S. 244

Die Verzerrungen bei einer Bandaufnahme sind durch die symmetrische Arbeitskennlinie von magnetischen Tonträgern vor allem kubischer Art und somit ungeradzahlige Vielfache der Grundfrequenz. Bei Bandmaschinen mit Gegentakt-Oszillator zur Vormagnetisierung kann der Klirrfaktor k_3 gesenkt werden. Bandmaschinen, die noch mit einer veralteten Gleichstrommagnetisierung arbeiten, weisen eine Verschiebung der Arbeitskennlinie und somit einen größeren Anteil von k_2 Verzerrungen auf.¹⁶³ Die untenstehende Abbildung zeigt das komplexe Zusammenspiel der verschiedenen klanglichen Anforderungen und daraus resultierende Werte, auf die die Bandmaschine bei der Einmessung gebracht werden muss.

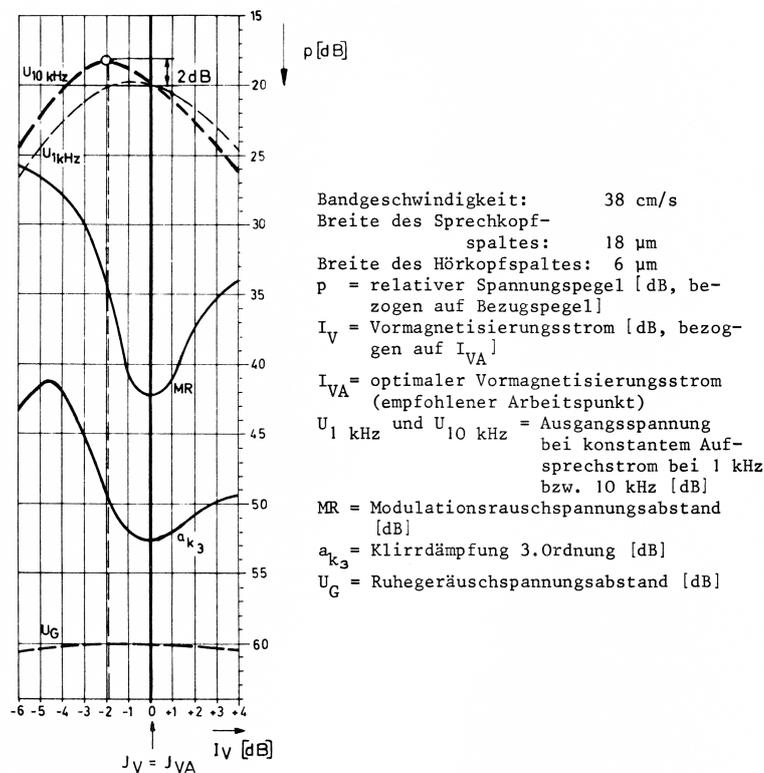


Abb. 38: Zusammenhang einiger Bändeigenschaften und dem gewählten Vormagnetisierungsstrom
 Zu diesen gegebenen technischen Einflüssen auf das klangliche Ergebnis kommt hinzu, dass in der Anfangszeit der Bandtechnik keine brauchbaren Rauschunterdrückungssysteme verfügbar waren. Eine mögliche Lösung für einen verbesserten Rauschspannungsabstand bestand darin, mit einem erhöhten Pegel auf das Band aufzuzeichnen. Hierbei wird in Kauf genommen, dass das Bandmaterial sein klangliches Verhalten bei hohen Pegeln hin zu einer Zunahme des Klirrfaktors und einer

¹⁶³ Ebenda

Glättung der Transienten ändert. Zurückzuführen ist dies auf die kubische Kennlinie und die dabei eintretende Sättigung der Kurve bei hohen Pegeln.¹⁶⁴

Die bisherige Erläuterung der klanglichen Einflüsse des Mediums Band auf die Musik der Fünfziger Jahre erklärt, warum dieses aus einer Produktionsumgebung für authentische Musik aus eben dieser Zeit nicht wegzudenken ist. Wenn man allerdings hier eine Kongruenz zu alten, wieder aufgelegten Aufnahmen aus dieser Zeit herzustellen versucht, ist stets zu beachten, dass das Bandmaterial, aus dem die Remasterings der später veröffentlichten CDs erstellt wurden, sehr lange Lagerzeiten aufwies, meist ohne Umspulvorgänge. Dies führt zum Auftreten des Kopier-effekts und zu Echolöschungen, was Sam Phillips unter dem Begriff *Shadow Distortion* zusammenfasst und womit der magnetische Einfluss benachbarter Bandwicklungen auf die Originalaufzeichnung gemeint sind.¹⁶⁵ Hinzu kommen weitere klangliche Verluste durch die Vielzahl an Bandgenerationen und die weitere Zunahme des Klirrfaktors.

3.2.5 Effekte

In der Rock'n'Roll Musik gibt es eine gewisse Anzahl von Klangeffekten, die zur Assoziation mit der Epoche beitragen und bei der Aufnahme oder der Postproduktion bedacht werden sollten.

Hallraum

Die ursprünglichste Art eines Klangeffekts ist die der tatsächlichen räumlichen Entfernung vom Mikrofon und der somit entstehende diffuse Klang eines Instruments. Während bei großen Live-Produktionen dies durch die Positionierung des Mikrofons erreicht werden kann, besteht die weiterentwickelte Variante darin, das aufgenommene, trockene Signal über Querleitungen in einen abgesetzten Raum zu leiten, dort mit einem Lautsprecher wiederzugeben und das Signal über ein Mikrofon wieder dem Original beizumischen. Der Vorteil liegt auf der Hand und besteht in der Kontrollierbarkeit und Trennbarkeit von trockenem Signal und Hallsignal, aber auch im Kreieren einer weiteren Klangfarbe durch die unterschiedlichen Räume. Dickreiter formuliert als Anforderungen für einen Hallraum unter anderen

¹⁶⁴ Vgl. <http://www.ethanwiner.com/distort.html>

¹⁶⁵ Vgl. http://mixonline.com/ar/audio_sam_phillips/

eine Nachhallzeit von 2,5 s, Freiheit von Flatterechos, eine hohe Eigenfrequenzdichte, Frequenzunabhängigkeit des Nachhalls bei mittleren Frequenzen und geringer Störschall.¹⁶⁶ Um eine hohe Eigenfrequenzdichte zu erhalten, wird ein Gesamtvolumen von 50 m³ empfohlen, um einen niedrigen Störschall zu erreichen wird eine sechseckige, federnd aufgehängte, schwere Bauschale empfohlen. Wichtig ist auch, dass möglichst wenig parallele Flächen auftreten, um die Anhäufung von stehenden Wellen zu vermeiden. Weiterhin wird der Tip gegeben, den Lautsprecher zur Wand zu drehen, um ein sogenanntes Pre-Delay und eine damit einhergehende Entkopplung des Halls vom Direktsignal zu erhalten.¹⁶⁷

Was in der Theorie gewünscht ist, ist jedoch in der Realität seltenst realisierbar. So kommt es, dass Hallräume, die diesen Anforderungen entsprechen relativ selten anzutreffen waren, vor allem, wenn es in den Bereich der Musikproduktion geht. Wenige Tonstudios, wie z.B. Abbey Road, hatten die Kapazitäten und die finanziellen Ressourcen einen speziellen Raum hierfür zu entwickeln. Meist wurde ein unbenutzter Raum, mit langem Nachhall, wenn möglich gekachelt, mit den nötigen Geräten ausgestattet und während Aufnahmen oder Mischungen für solche Zwecke genutzt.¹⁶⁸¹⁶⁹

Für das Black Shack Studio soll der unter dem Studio befindliche Gewölbekeller für diese Zwecke genutzt werden. Hierfür wurde bereits ein Durchbruch von der Regie in den Keller geschaffen, welcher für die Kabelführung genutzt werden kann.

Aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit kann der Aufbau jedoch nicht permanent stehen bleiben, sondern muss für spezielle Aufnahmesessions auf- und wieder abgebaut werden. Die Maße des Raumes betragen 5 m x 5,5 m x 3 m, wodurch sich unter Berücksichtigung der Wölbung ein ungefähres Volumen von 55 m³ ergibt. Die Beschaffenheit der Wände und des Bodens ist rauher Stein. Durch die Wölbung der Decke wird eine der Anforderungen bezüglich weniger paralleler Flächen im Raum erfüllt. Zur An-

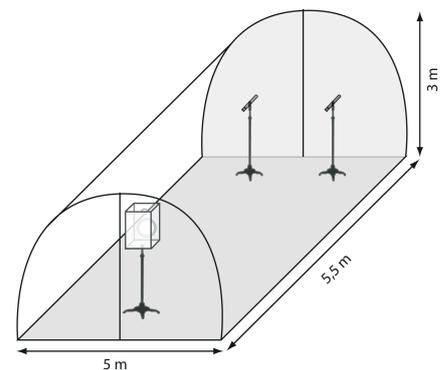


Abb. 39: Hallraum des Black Shack Studios

¹⁶⁶ Vgl. Dickreiter (1979), S. 175

¹⁶⁷ Ebenda S. 177

¹⁶⁸ Vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Echo_chamber

¹⁶⁹ Eine interessante Lektüre hierzu ist das 1989 erschienene Interview mit Bill Putnam im AES Journal, in dem er die Wichtigkeit von Hallräumen bei seinen Produktionen beschreibt.

regung des Raumes wird ein Aktivlautsprecher benutzt, die Aufnahme des Hallsignals geschieht über zwei C4 Druckempfänger der Firma Studio Projects. Testaufnahmen im Hallraum konnten bisher nicht durchgeführt werden, die Klatschprobe ergab jedoch einen klaren, mittleren bis kurzen Nachhall, der wenig Flatterechos aufweist. Der Hallraum kann somit ergänzend zur Hallplatte und dem Federhall für die Erzeugung einer kurzen und dichten Ambience eingesetzt werden.

Federhall

Die ersten Hallgeräte, die mit einer Torsionsfeder arbeiteten, wurden von der Firma Hammond gefertigt und waren durch die starken Flatterechos, Klangfärbungen und einer ungeeigneten Nachhallcharakteristik aus technischer Sicht nicht für die professionelle Studioanwendung geeignet. Dennoch wurden derartige Geräte vor allem in der Musikproduktion eingesetzt, falls für diesen Zweck kein Hallraum oder ein hochwertigeres Hallgerät zur Verfügung stand. Der Einsatz eines solchen Federhalls in heutigen Produktionen kann sich also keinesfalls einer Assoziation mit Lo-Fi oder Trash-Musik entziehen, was jedoch gerade bei der rauen und ungehobelten Musik der Fünfziger- und Vierzigerjahre von Vorteil sein kann.

Professionelle Varianten der genannten Hammond-Variante wurden vom österreichischen Hersteller AKG produziert. Der bekannteste Vertreter der Produktserie BX, ist das AKG BX 20 Hallgerät, welches mit einer patentierten Kompensationschaltung arbeitet und hierdurch Flatterechos minimiert. Auch die Nachhallzeit kann bei diesem Gerät durch eine Gegenkopplung des Ausgangssignals zwischen 2,3 und 4,5 s geregelt werden.¹⁷⁰

Bandecho

Führt man das Ausgangssignal einer Bandmaschine mit verringertem Pegel auf den Eingang zurück, entsteht durch den mechanischen Versatz von Schreib- und Lesekopf eine Art Nachhall. Aus technischen Gesichtspunkten ist das Bandecho für den Einsatz als Hall in einer Tonproduktion nicht geeignet, da die simulierten Raumreflexionen, die bei einer Rückführung des Ausgangssignales auf den Eingang entstehen, eine zu geringe zeitliche Dichte aufweisen.¹⁷¹

¹⁷⁰ Vgl. Akg (n.a.), Bedienungsanleitung des AKG BX 20

¹⁷¹ Vgl. Dickreiter (1979), S. 179

Betrachtet man das Prinzip der Verzögerung jedoch isoliert und verringert den rückgeführten Pegel soweit, dass nur eine oder einige wenige Wiederholungen hörbar sind, kann mit einer Bandmaschine ein wohlklingender Echoeffekt erreicht werden, welcher auch Slap-Delay¹⁷² genannt wird. Sam Phillips setzte dieses Gestaltungsmittel als erster Engineer exzessiv ein und konnte somit kleine Ensembles mit einer klangliche Fülle versorgen, die ansonsten Big Bands und Orchestern vorbehalten war. Bei einem solchen Einsatz musste natürlich das Zusammenspiel mit dem Tempo des zu spielenden Stückes bedacht bedacht und in die Auswahl der Bandgeschwindigkeit einfließen, durch die zwei Verzögerungszeiten zur Verfügung standen.¹⁷³

„The studio’s tape delay and Phillips’ miking techniques enabled Elvis, Scotty, and Bill to create a rich texture from three pieces. [...] The Echo fattened the sound, giving some of the faster numbers a compelling syncopation“¹⁷⁴

Durch die Aufnahme und Wiedergabe auf einer Bandmaschine werden auch weitere gewünschte Effekte, wie minimale Gleichlaufschwankungen, Bandsättigung und Frequenzgangänderungen, hervorgerufen, welche den Charakter eines Bandechos schließlich komplettieren.

Alternativ zum Bandecho kann ein Slapback-Effekt durch eine Eimerkettenschaltung erreicht werden, wie es beim Memory Man von Electro Harmonix der Fall ist. Vereinfacht gesagt arbeitet dieses Gerät ohne Mechanik, indem eine Kette von Kondensatoren als Halteglieder verwendet werden, die das Signal abhängig von ihrer Kapazität und Lade-/Entladezeit verzögern. Der Unterschied zum echten Bandecho liegt im Rausch- und Klirrverhalten der beiden Prinzipien und der typischen dumpfen Klangfärbung bei der Aufnahme auf das Bandmaterial. Diese Eigenschaften können mit einer analog aufgebauten Schaltung weitgehend nachempfunden werden, wobei die Modulationen der Gleichlaufschwankungen eine weit- aus größere Herausforderung darstellen.¹⁷⁵

¹⁷² Die Bezeichnung rührt wahrscheinlich daher, dass das Echo kurz auf das Originalsignal impulsartig, wie ein Klatschen folgt. Andere gängige Bezeichnungen sind Slap-Echo oder Slapback Echo.

¹⁷³ Diese Verzögerungszeiten bewegen sich je nach Bandmaschine zwischen 75 und 250 ms.

¹⁷⁴ Escott, Hawkins (1991), S. 68

¹⁷⁵ Vgl. Sound&Recording 04/09 S.117

Nachhallplatte

Bis zum Jahr 1972 war die Nachhallplatte 140, exklusiv hergestellt durch EMT¹⁷⁶, das einzige Gerät, was den bereits genannten, hohen Anforderungen des Studiobetriebs standhalten konnte. Das Funktionsprinzip ist auch hier wieder, wie beim Federhall, das eines elektromagnetischen Treibers, der die Spannungssignale in Stoß- und Schubbewegungen umsetzt, welche mechanisch direkt an eine fest eingespannte und gestimmte Stahlplatte weitergegeben werden. Über Piezo-Tonabnehmer werden an

verschiedenen Orten auf der Platte die Schwingungen aufgenommen und an einen Endverstärker weitergeleitet.¹⁷⁷

Klanglich wurde hier ein Standard gesetzt, der sich heutzutage auch noch in Form von Presets in nahezu jedem digitalen Hallgerät und einer großen Anzahl an verfügbaren Impulsantworten von der EMT 140 Hallplatte fortsetzt.¹⁷⁸ Abschließend kann zum Einsatz von Hall- und Echoeffekten gesagt werden, dass der Einsatz des jeweiligen Effektes zwar eine Assoziation mit der Periode der Fünfziger bis Sechziger Jahre hervorruft, aber auch der Verzicht auf die Effekte sehr effektiv sein kann. Auf diese Weise kann man die älteren Musikstile, wie z.B. Hillbilly, Western Swing oder Ragtime zitieren, zu deren Erscheinungsdaten diese Effekte für Aufnahmen noch nicht zur Verfügung standen.

Nachhallplatte
EMT 140



Abb. 40: Das Innenleben einer EMT 140 Nachhallplatte

¹⁷⁶ Elektromesstechnik Wilhelm Franz

¹⁷⁷ Weiteres zum Funktionsprinzip der Hallplatte wird im Kapitel 4.2.6 erläutert.

¹⁷⁸ . Ein Beispiel für den exzessiven Einsatz der Hallplatte ist das 1963 veröffentlichte Album *Folk Singer* von Muddy Waters, auf dem ihn Willie Dixon (Bass) und Buddy Guy (Gitarre) begleiten.

4 Praxisteil A: Einrichtung eines Tonstudios nach den aufgeführten Gesichtspunkten

Der Praxisteil dieser Arbeit umfasst zwei Kapitel, die auf einander aufbauen und sich letztendlich auch gegenseitig bedingen. Zum Ersten wird in den folgenden Abschnitten des Praxisteils A erläutert, wie die technische Ausstattung und Einrichtung eines Tonstudios, mit dem Zweck, Musik nach den klangästhetischen Gesichtspunkten der 1940er bis 1960er Jahre aufzunehmen und zu mischen, von statten gehen kann. Des Weiteren wird in Praxisteil B schließlich die Arbeit im Tonstudio bei den ersten Pilotprojekten dokumentiert und präsentiert.

4.1 Technische Anforderungen

4.1.1 Definition der Ziele

Die Idee für das Black Shack Studio wurde bereits um die Weihnachtszeit des Jahres 2008 geboren. Damals war die Band The Booze Bombs, um Bandleader Stefan Brodbeck bei mir im Small World Studio in Wernau zu den Aufnahmen ihrer zweiten LP zu Gast. Dort konnten wir das Prinzip der Live-Aufnahme, das wir bereits an der Hochschule der Medien, im Rahmen des Forschungsprojektes im ersten Semester ausgearbeitet hatten, weiter vertiefen. Das Tonstudio des Studiengangs Medienwirtschaft, in dem die ersten Aufnahmen entstanden, zeichnete sich durch eine Vielfalt an vorhandener Technik und kontrollierte Raumakustik aus. Die Dimensionen des Aufnahmeraumes waren jedoch zu klein für die Aufnahme einer solch lauten und großen Besetzung. Dennoch war ich damals gewillt eine Live-Mehrspuraufnahme mit den Musikern in einem Raum zu realisieren und so wenig Overdubs wie nur möglich einzusetzen. Das Ergebnis war klanglich sehr modern und das Gesangsmikrofon wurde durch das omniprésente Schlagzeug zum Raum-mikrofon. Somit musste in der Nachbearbeitung stark eingegriffen werden, um den Klang den Referenztiteln aus den Fünfzigerjahren anzupassen. Aber die überzeugende Performance stellte für mich klar, dass solche Musik nur live aufgenommen werden sollte.

Im Small World Studio hatten wir natürlich aus den vorherigen Erlebnissen gelernt und waren gewillt vieles besser zu machen. Zu aller erst weist das Small World Studio mit seinem 88 qm großen Aufnahmerraum, deutlich mehr Spielraum für die geschickte Positionierung der einzelnen Musiker in der Band auf, was mir die Möglichkeit gab mit der Richtcharakteristik der Bändchenmikrofone geschickt umzugehen und das Übersprechen besser zu kontrollieren. Zudem konnte ich durch die Entfernungen eine Bedämpfung der Höhen erreichen, die im MW-Tonstudio gefehlt hatte. Dennoch war ich aus vorherigen Projekten geschult und entschied mich bei der Aufnahme der Vocals für die sichere Variante einer Gesangskabine für Annie Leopardo, die Lead-Sängerin der Booze Bombs. Was den Signalweg angeht, so kam ich dem Vorbild der Fünfziger Jahre durch den Einsatz des analogen Mischpults schon näher. Die Aufzeichnung erfolgte zwar digital über Audiointerfaces des Herstellers MOTU, die Mischung fand jedoch wieder analog auf der Midas TR 27 Konsole, ohne Automation, sondern mit echter Live-Faderautomation statt. Doch auch aus dieser Produktion nahm ich wieder gute Anstöße mit, die entscheidend für die späteren Entscheidungen, bezüglich der Studioausstattung sein sollten. Während und nach diesen Aufnahmen war es, dass Stefan mich auf seine Idee aufmerksam machte, in seinem Band-Proberaum ein kleines, aber authentisch ausgestattetes Studio aufzubauen. Erst rund ein Jahr später war Stefans Mikrofonsammlung und unsere Ideen reif genug, um diese Idee in die Tat umzusetzen. Wir trafen uns vorab zu einigen Treffen und Besprechungen und beschlossen folgende Ziele mit dem Studio zu verfolgen:

1. Wenn das Genre es erlaubt, sollen die Musiker simultan und in einem Raum zusammen einspielen, um die unmittelbare Atmosphäre und Rauheit der Rock'n'Roll Musik möglichst perfekt einzufangen.
2. Die Lautstärkeverhältnisse der Aufnahme sollen bereits im Raum vorherrschend sein, so dass ein separates Monitoring möglichst nur für den oder die Sängerin nötig wird und eine Ausgewogenheit für die Signale der Mikrofone gewährleistet ist.
3. Die Ausstattung soll, wenn möglich aus den relevanten Epochen der 1940er bis 1960er Jahre stammen. Falls dies finanziell oder praktisch nicht tragbar sein sollte, ist der Einsatz äquivalenter moderner Geräte oder digitaler

Hilfsmittel erlaubt. Es gilt der vielzitierte Leitsatz: „Das Ergebnis heiligt die Mittel.“

4. Durch den durchdachten Mix von authentischer und moderner Technik soll Kosten- und Zeiteffektivität erreicht werden.
5. *Direct to 2-track* Aufnahmen erfahren durch ihre historische Zugehörigkeit zu den Fünfziger Jahren, aber auch vor dem Hintergrund der Zeiteffektivität besondere Wichtigkeit. Dass die Mischung bei Abschluss der Aufnahme bereits erfolgt ist, setzt voraus, dass der Engineer währenddessen in den Song eintaucht und alle Stellen exakt kennenlernt. Darüber hinaus spart dies die Zeit der Postproduktion und fordert intuitive Entscheidungen ein.
6. Das Studio soll modular aufgebaut sein, um möglichst flexibel zu bleiben. So sollen die Vorverstärker und die Klangbearbeitung als Einzelmodule ausgeführt sein, das Mischpult soll überwiegend als Line-Mixer verwendet werden, um möglichst viele Klangfarben bieten und stufenweise aufstocken zu können.
7. Testaufnahmen im Vorfeld mit Bands verschiedener Genres, sollen den Workflow auf die Probe stellen und gegebenenfalls Schwachstellen aufdecken.
8. Durch DIY-Projekte sollen Kosten gesenkt und ein tieferes Verständnis der Technik erlangt werden.
9. Das Black Shack Studio ist keine Insel. Im Hinblick auf die aktuelle Recording-Kultur, soll auch ein digitales Mehrspursystem mitsamt all seiner Nachbearbeitungsmöglichkeiten einsatzbereit sein, um Kundenwünsche zu bedienen, die heutzutage als Standard angesehen werden und bei denen die authentische Technik an ihre Grenzen stößt.
10. Das Alleinstellungsmerkmal des Tonstudios soll darin bestehen, authentische Klänge zu produzieren, unabhängig von der gewünschten Arbeitsweise der Musiker. Das Black Shack Studio soll hierfür als Inspirationsquelle und Ausgangspunkt dienen, die Aufnahmen hierfür können jedoch auch in anderen, größeren Studios erfolgen.

4.1.2 Die Auswahl der passenden Studioausstattung

Zu Beginn des Projekts war ein großer Teil des benötigten Equipments bereits vorhanden, darunter fallen sämtliche Mikrofone, das Harddisk-Recording System, das Mischpult und die Bandmaschine. Im Folgenden eine Auflistung des zu Beginn vorhandenen Equipments:

Hersteller	Modell
Dynacord	MCX 16.2 Analogmischpult
Dynacord	Mini Echo Bandedcho
Studer Revox	A77 MK IV ¼ " Bandmaschine
RCA	44-A Bändchenmikrofon
RCA	77-DX Bändchenmikrofon
Beyerdynamic	3 x M 160 Bändchenmikrofon
Sennheiser	MD 441 Tauchspulenmikrofon
AdvancedAudioMicrophones	CM-47/CM-67 Kondensatorm., Röhre
Neumann	KM84i Kondensatormikrofon
Shure	545 ES Unidyne III Tauchspulenmikrofon
Studio Projects	C4 Niere/Kugel Kondensatormikrofon
Shure	SM7B Tauchspulenmikrofon
Audix	I7 Tauchspulenmikrofon
Audix	D6 Tauchspulenmikrofon
Schoeps	2 x CMC 64 Kondensatormikrofon
Apple	Macbook Pro 2,2 GHz
M-Audio	1814 18-Kanal Audio Interface
Universal Audio	UAD-2 Solo Laptop DSP Karte
Sonnet	Expresscard E-Sata Controller
Presonus	2 St. Digimax FS 8 CH Vorverstärker
Behringer	T1953 Tube Vv. m. Steven Sank Mod.
Universal Audio	LA-610 MKII Vorverstärker + Kompressor
Telefunken	2 x V672 Vorverstärker
Siemens	2 x V276a Vorverstärker
TAB	2 x V376b Vorverstärker
BFE	MK5B Filtek Equalizer

Bei der Betrachtung der Liste fällt auf, dass das Mischpult für professionelle Zwecke ungeeignet zu sein scheint, es kann jedoch anfangs für das Monitoring und die Übergabe der Linesignale aus den Vorverstärkern eingesetzt werden. Die Bandmaschine ist ebenfalls im Bereich der semiprofessionellen Einsteiger einzuordnen,

was durch die unsymmetrischen Anschlüsse und die geringen Einstellmöglichkeiten deutlich wird. Da sich das Tonstudio jedoch nicht der technisch perfekten Aufnahme, sondern dem Sound der Fünfziger Jahre verschrieben hat, ist der Einsatz ungewöhnlicher Mittel durchaus möglich und eventuell nötig.

Weiterhin waren zum Anfangszeitpunkt des Projekts nur wenige Halleffekte vorhanden, was die Idee nahe brachte, Nachhallplatte, Federhall und Hallraum selbst zu konstruieren und in das Studio zu integrieren.

Durch die vorangehende Rechercharbeit zum Thema Rundfunkmodule wurden die folgenden Vorverstärker als klanglich passend und finanziell realisierbar ausgewählt:

Telefunken V672

Der V672 ist als Mehrzweckverstärker ausgelegt und zugehörig zur Nullohm-Knotenpunkttechnik. Dadurch weist er einen erdfreien, sehr niederohmigen Eingang mit einer Impedanz von $<5 \Omega$ auf, was jedoch durch vorgeschaltete Eingangswiderstände erhöht werden kann. Grundsätzlich ist eine Nutzung als Sammelschienenverstärker, Trenn- und Verteilverstärker, Summen- und Differenzverstärker, aber auch als einfacher Pegelverstärker möglich.¹⁷⁹ In diesem Fall soll der Pegel von Mikrofonsignalen verstärkt werden, wodurch sich beim V672 der Einbau von schaltbaren Eingangs- und Gegenwiderständen ergibt. Der Bauaufwand ist bei diesem Gerät somit deutlich höher, wie bei speziell für den Einsatz der Pegelverstärkung gebauten Geräten, andererseits lassen sich hierdurch mehr Parameter selbst bestimmen, die die Flexibilität des Geräts steigern. Der V672 in seiner Urform weist einen voll transistorisierten Aufbau mit Siliziumtransistoren auf.¹⁸⁰ Diese Vorverstärker kann man vergleichsweise günstig gebraucht erwerben und damit zwei hochwertige Geräte aufbauen, die sich klanglich sehr gut für die Aufnahme von Gitarren eignen. Sie weisen eine sehr gute Mittenwiedergabe und einen soliden Bassbereich auf.

¹⁷⁹ Vgl. Dickreiter (1979), S.408

¹⁸⁰ Ebenda S. 331

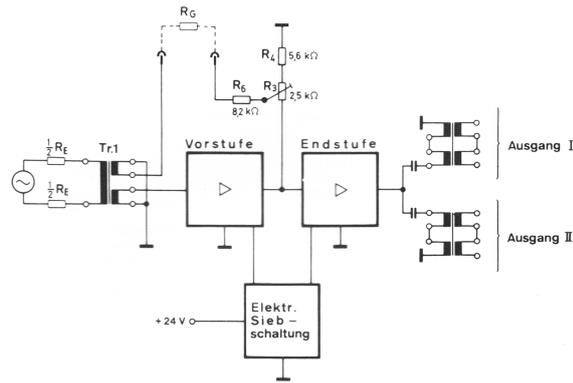


Abb. 41: Prinzipschaubild des V672 Verstärkers mit R_6 als festen inneren Gegenwiderstand

Siemens V276a

Das Modul V276a ist für die Anwendung als Mikrofonvorverstärker ausgelegt und vollständig mit Transistoren aufgebaut. Im Vergleich zum bereits vorgestellten V672 und dem Vorgänger V276 ist dieser Vorverstärker jedoch nicht ausschließlich mit diskreten Bauelementen bestückt, sondern weist in der Endstufe eine erste Form eines Integrierten Schaltkreises auf. Die Endstufe ist in Dickfilmtechnik ausgeführt, einem Verfahren, das in den 1940er Jahren entwickelt und später in Verbindung mit Transistorelementen zum Aufbau von elektronischen Bauelementen verwendet wurde. Der V276 wurde in den 1960er Jahren als Verstärker in Siemens SITRAL¹⁸¹-Mischpulten verwendet und weist eine maximale Verstärkung von 76 dB auf. Die Einstellung der Verstärkung zwischen 76 und 34 dB erfolgt durch Änderung der Gegenkopplung und die Spanne zwischen 22 bis 0 dB durch eine Vordämpfung. Des Weiteren ist der Verstärker mit einem Feinregler für die Anhebung des Ausgangspegels und einem Stufenschalter für den schaltbaren Trittschaltfilter ausgestattet. Die Eingangsstufe ist mit drei Transistoren des Typs BCY 66 und BCY 58 aufgebaut, die Ausgangsstufe ist mit dem integrierten Bauteil und drei weiteren Transistoren bestückt.¹⁸² Der V276a ist klanglich eher unauffällig und weist eine sehr weiche Höhenwiedergabe auf. Durch seine dunkle Klangfarbe wird er sich gut für die Aufnahme von Schlagzeugsignalen eignen.

TAB V376b

¹⁸¹ Silizium-Transistoren-Leiterplattentechnik

¹⁸² Vgl. Siemens (1967): Geräteanleitung des V276a

Die Ausführung des V376b ist auf halber Größe der bereits erwähnten Rundfunkmodule, die Ausstattung des Vorverstärkers, ist jedoch weitgehend identisch oder sogar größer ausgelegt. So weist der Vorverstärker einen ebenfalls stufenförmig ausgelegten Schalter zur Regelung der Verstärkung von 0 bis 72 dB auf. Durch die stufenlose Feinregelung können weitere 10 dB Verstärkung erreicht werden. Ein Trittschallfilter ist von 40 bis 320 Hz in 4 Stufen und mit einer Güte von 12 dB pro Oktave schaltbar, außerdem ist der V376b mit einer Phasenumkehr und einer Übersteuerungs-LED ausgestattet. Diese aufwändige Ausstattung konnte nur durch die Nutzung der vertikalen Achse im Gehäuse des Gerätes erreicht werden. Zu diesem Vorverstärker liegen keine Schaltpläne vor, die Aufschluss auf die Bauweise geben könnten. Der V376b ist klanglich jedoch das neutralste der erwähnten Geräte, wobei die Vorgänger sicherlich in ihrer Zeit ebenfalls als neutral galten, heutzutage aber durch technische Entwicklungen im Bereich von Operationsverstärkern im Bezug auf Transparenz und Impulstreue zurückliegen. Der Einsatz für die Vorverstärker ist von vornherein nicht definiert, aber die Kombination mit einem bereits stark nichtlinearen Mikrofonsignal würde wahrscheinlich ein ausgewogenes Ergebnis erzielen, ohne zu verwaschen zu klingen.

BFE MK5b

Das Equalizer-Modul MK5b basiert auf einem Originaldesign, das bereits vom Schweizer Hersteller Filtek in den Siebziger Jahren vorgestellt wurde. Der Equalizer ist mit drei Frequenzbändern ausgestattet, die über 12 Frequenzen und zwei Einstellungen für die Güte schaltbar sind.¹⁸³ Da hierzu auch keinerlei Schaltunterlagen vorliegen, wurden die Platinen auf die Bauteiltypen untersucht. Dabei fiel auf, dass die weit verbreiteten Standard-Operationsverstärker vom Typ Texas Instruments NE5532AP, TL072BCP und LM1458 verbaut sind.

Die MK5b Equalizer sollen entweder zur Entzerrung in den Einzelkanälen, hauptsächlich jedoch zur Klanggestaltung auf der Mischpultsumme verwendet werden. Schade ist, dass die Geräte nicht mit Shelving Filtern ausgestattet sind, was in der Summenbearbeitung sehr erwünscht wäre. Stattdessen muss hier mit breitbandigen Glockenfiltern und dem Hoch- bzw. Tiefpassfilter gearbeitet werden.

¹⁸³ Vgl. <http://vintageaudiogearbox.com/goods.html>

4.1.3 Erstellung eines Grundsetups

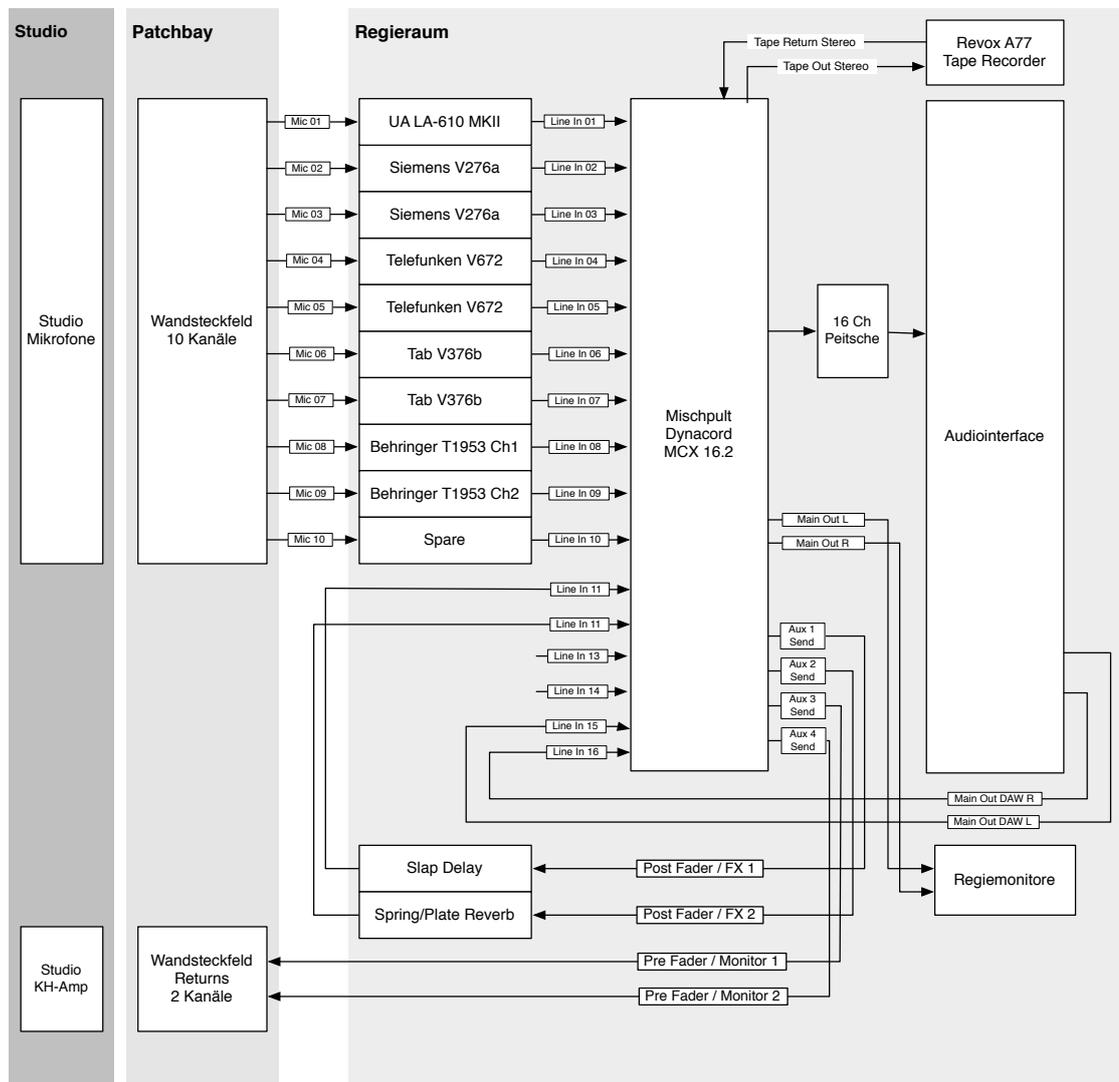


Abb. 42: Signalführung der analogen Studioleitungen

Zur besseren Planbarkeit der möglichen Arbeitsweisen wurde im Vorhinein ein Prinzipschaubild erstellt, welches eine Übersicht über die beteiligten Komponenten und die nötige Verkabelung aufzeigt. Darauf ist der modulare Einsatz der Vorverstärker zu erkennen, als auch die Tatsache, dass das Dynacord Pult lediglich als Line-Mixer verwendet wird. Dies ist aus dem Grund der kleinstmöglichen Klangfärbung gewählt worden und gibt die Möglichkeit das Mischpult in seinem optimalen Arbeitsbereich anzusteuern. Weiterhin wird aus dieser Übersicht deutlich, dass eine parallele Aufnahme auf Bandmaterial und Festplatte möglich sein wird. Die Hall- und Delay-Effekte werden auf separaten Eingangskanälen des Pults zurück-

geführt, so dass sie bei einer Mehrspuraufnahme einzeln aufgezeichnet und später hinzugemischt werden können.

4.2 Selbstbau von Netzteilen und Peripherie

4.2.1 Die Integration der Rundfunkmodule

Vor dem Einsatz der Module, mussten einige Anforderungen erfüllt werden, damit sie zweckgemäß in einer Studioumgebung eingesetzt werden konnten, die nicht auf die Modularbauweise ausgelegt ist. Zunächst war es nötig den Modulen eine 24V Gleichstromspannungsversorgung zur Verfügung zu stellen, die ausreichend groß dimensioniert ist. Dies ist am besten zu erreichen, indem man die Geräte unabhängig voneinander mit der nötigen Spannung versorgt und bringt den Vorteil mit sich, dass die Geräte beim späteren Einsatz an verschiedenen Orten und in verschiedenen Studios eingesetzt werden können. Darüber hinaus sollten die Vorverstärker mit einer 48V Spannungsversorgung für Kondensatormikrofone, einer Eingangsdämpfung um 20dB und einem Phasenumkehrschalter ausgestattet werden. Um bei der Arbeit mit den historischen, passiven Bändchenmikrofonen Unfälle und eine Zerstörung des Bändchens durch Anlegen der 48V zu vermeiden, sollte diese außerdem über eine Rampe von 6 Sekunden ansteigen. Dies schützt nicht nur das Bändchen, sondern auch sämtliche involvierte Übertrager vor schädlichen Spannungsimpulsen beim Einschalten der 48V Phantomspannung.

All diese Punkte summierten sich mit der Anforderung eines mobilen und flexiblen Setups, zu einem Platzproblem beim Einbau der Geräte in die Leergehäuse. Zur besseren Vorstellung wurde eine Skizze mit einem einfachen 3D-Programm erstellt, was sehr schnell zu einem Ergebnis bei der Platzeinteilung führte.¹⁸⁴ Um kurze Wege beim Signalfluss zu gewährleisten, wurden die Elemente die zur Ein- und Ausgangsschaltung zugehörig waren auf kleinen Platinen direkt zwischen den Modulen und den Ein- und Ausgangsbuchsen untergebracht. Mittig hinten im Gehäuse wurde dann die gesamte Spannungsversorgung, sowohl 24V als auch 48V, eingepflanzt.

¹⁸⁴ Google Sketchup ist eine kostenlose 3D-Modeling Software zur Erstellung von einfachen Modellen im Architektur- und Planungsbereich.

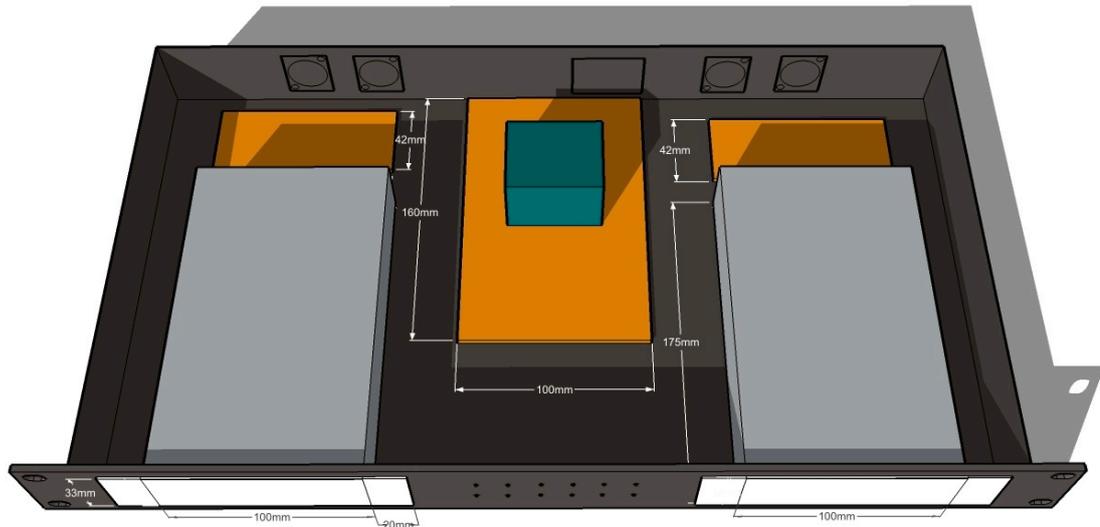


Abb. 43: Platzverhältnisse in einem bestückten 1 HE Rack

Ein weiterer Punkt ist das Racking der Geräte in 19“ Leergehäuse und damit einhergehende mechanische Tätigkeiten, wie Fräsungen und Bohrungen. Diese sollten mit einem CNC-Fräser durchgeführt werden. Da dafür jedoch detaillierte Konstruktionsskizzen im DXF-Format¹⁸⁵ die Anforderung waren, wurden diese im vektorbasierten Grafikprogramm Adobe Illustrator erstellt und angeliefert. Als besonders problematisch stellte sich das Material der Frontplatten heraus, denn Aluminium weist eine zu geringe Härte für die professionellen Werkzeug-Fräsmaschinen auf.

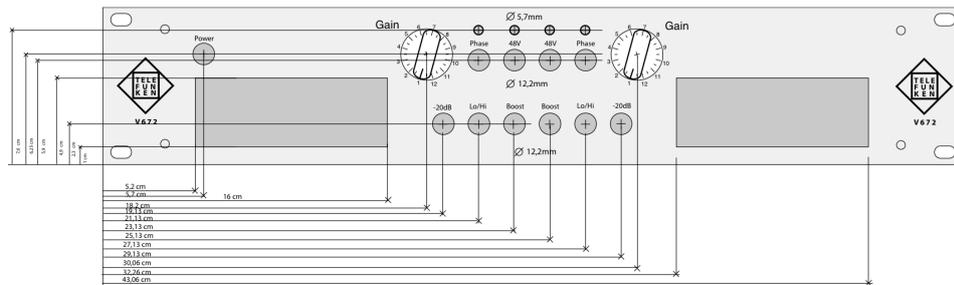


Abb. 44: CAD-Konstruktionszeichnung aus Adobe Illustrator

So wurden die Platten teilweise in ihrer Form verzogen und speziell bei den Geräten, die in der Höhe der Frontplatte sehr nahe kamen, blieb nur ein kleiner Steg Aluminium oben und unten übrig, was die Stabilität der Konstruktion beeinträchtigte. Die Netzteile für alle Module wurden identisch konstruiert und mit einem Transformator bestückt, der einen Ausgangsstrom von 416 mA liefert.

¹⁸⁵ DXF steht für Drawing Interchange Format und ist ein proprietäres Dateiformat des AutoCAD Herstellers Autodesk. Das Format ist derart verbreitet, dass Dritthersteller, wie Adobe ihre Zeichensoftware ebenfalls für diese Schnittstelle lizenzieren.

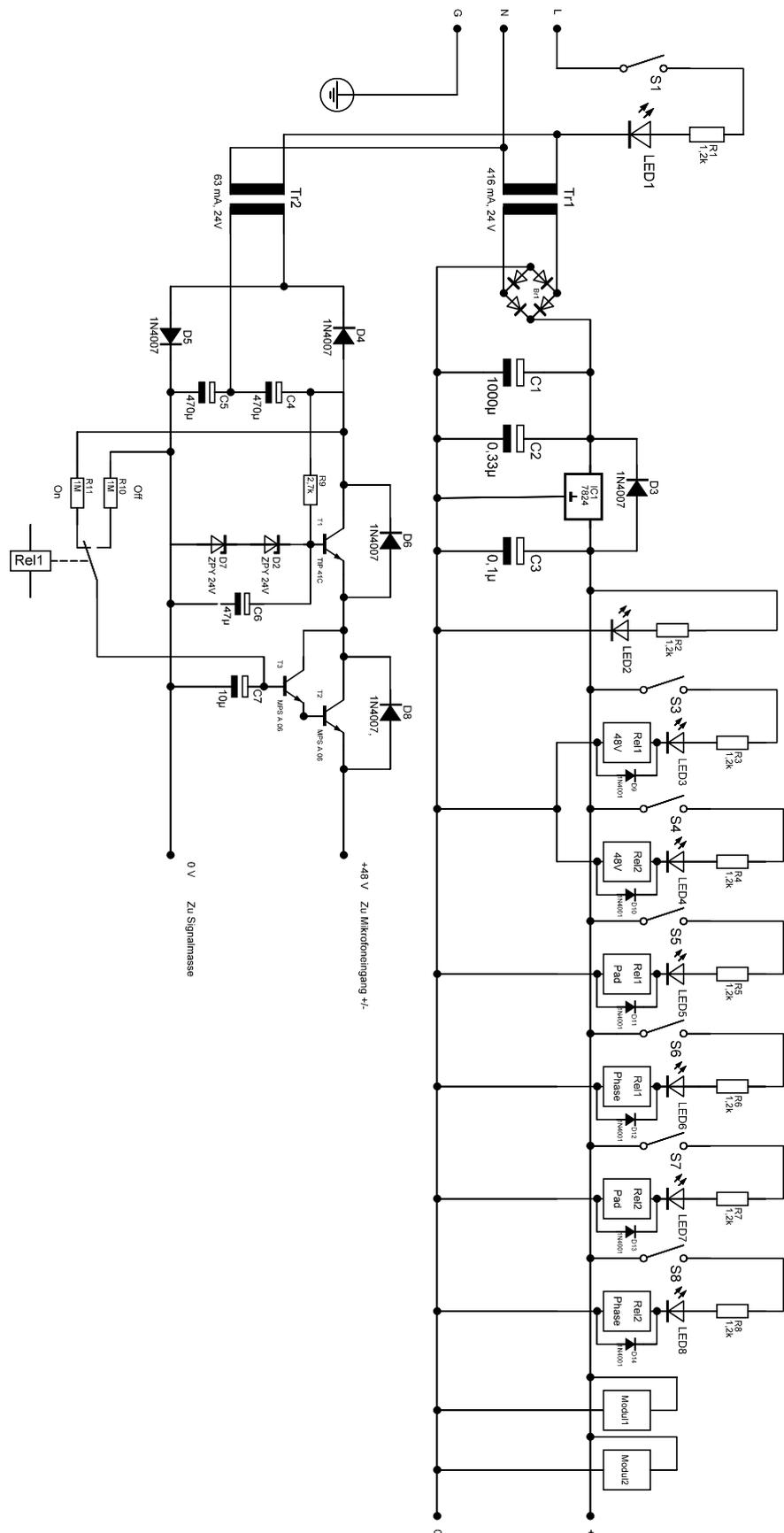


Abb. 45: Schaltbild des 24 V Netzteils und der 48 V Spannungsversorgung

Dies ist bei einem maximalen Stromverbrauch von 100 mA pro Modul ausreichend überdimensioniert, um auch die nötigen Relais für die Umschaltungen zu versorgen. Die verwendete Schaltung für die 24 V Gleichspannungsversorgung stellt eine Grundschialtung für linear geregelte Netzteile dar und wird weitgehend identisch in den Datenblättern entsprechender Spannungsregler, wie dem hier eingesetzten IC7824 empfohlen. Hier folgt auf den Silizium-Brückgleichrichter ein erster Kondensator mit hoher Kapazität von 1000 μF zur ersten Glättung der Gleichspannung und um eventuelle Restwelligkeiten zu minimieren. Der Spannungsregler übernimmt die Aufgabe bis zu einem maximalen Strom von 1A auch bei Netz- und Lastschwankungen eine stabile Spannung zu liefern.

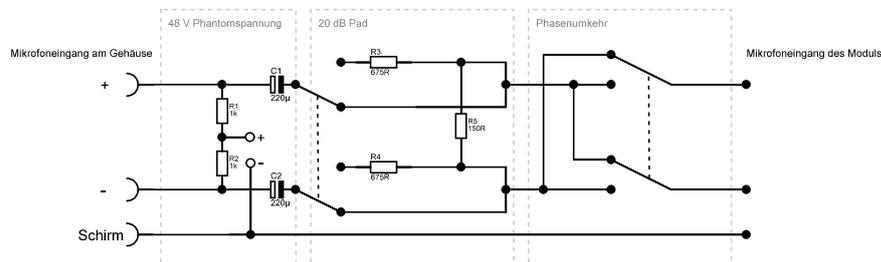


Abb. 46: Audiosignalweg am Eingang eines V276 Moduls

Im Vergleich zu den verbreiteten Schaltnetzteilen kann ein linear geregeltes Netzteil mit Spannungsregler eine störungsfreiere Versorgung gewährleisten, weist jedoch einen geringeren Wirkungsgrad auf. Die Störungen machen sich gerade bei Audioanwendungen als hochfrequentes Surren bemerkbar, das sowohl akustisch, als auch elektrisch hörbar wird. An Ein- und Ausgang des Spannungsreglers sind zwei Kondensatoren verbaut, die im Datenblatt spezifiziert werden und zur weiteren Siebung der Gleichspannung dienen. Die restliche Schaltung im 24 V Schaltkreis besteht aus Schaltern, die in geschlossenem Zustand die Relais und mit Vorwiderständen versehenen Anzeige-LEDs mit Spannung versorgen. Die einzelnen Funktionen der Relais werden in Abbildung 47 dargestellt.

Die 48V Spannungsversorgung funktioniert über eine klassische Spannungsverdopplerschaltung¹⁸⁶ von 24 V auf ca. 72 V DC, daraufhin wird diese über die in Reihe geschalteten Zener-Dioden auf 48V begrenzt. Der Transistor Q1 stabilisiert die Spannung bei Laststromschwankungen, R1 und Q4 dienen der Glättung der Gleichspannung.

¹⁸⁶ In DIN 41761 als Zweipuls-Verdopplerschaltung D2 definiert.

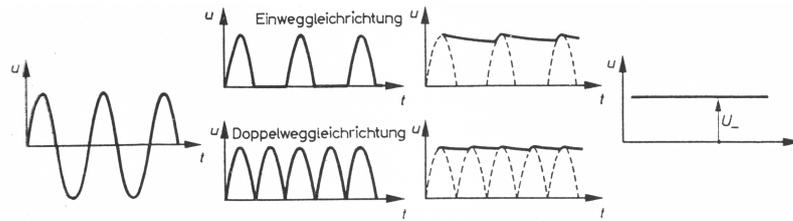


Abb. 47: Problemstellung einer Netzgleichrichtung

Zwischen dem Emitter von Q1 und Masse liegen jetzt stabilisierte und gesieberte 48 V Spannung an und könnten zwischen den beiden symmetrischen Mikrofonleitungen über zwei 6,8 k Ω Widerstände und der Signalmasse angelegt werden. Wie eingangs erwähnt lag hier jedoch der Fokus auf der Betriebssicherheit bei der Arbeit mit passiven Bändchenmikrofonen und aus diesem Grund wurde der darauffolgende Schaltungsteil zum einstellbaren Spannungsanstieg verwendet.¹⁸⁷ Die Funktionsweise dieser sogenannten *Ramped Phantom Power* ist so, dass Q1 und Q2 zusammen einen Trennschalter bilden, welcher die regulierte Spannung an der Last an- und ausschaltet. Der obere der beiden Transistoren ist hierbei der stromführende Teil, während der untere für die Funktion des Spannungsanstiegs verantwortlich ist. Die Zeit des Spannungsanstiegs ist direkt von den Werten R3, R4 und CXs abhängig.

Für den Selbstbau wurde hier mit den Werten 1 M Ω für R3/R4 und 10 μ F für CX gearbeitet, was zu einer Anstiegszeit von ca. 6 Sekunden führt.¹⁸⁸ Zur Unterdrückung von Gleichspannungsanteilen am Eingang des Mikrofonverstärkers wurden hier 220 μ F Kondensatoren angebracht.

Abb. 47 zeigt die eingesetzten Relais im Signalweg der Rundfunkmodule, wobei das Relais für die 48V Phantomspannung bereits in Abb. 46 abgebildet war und jeweils zwischen R3 und R4 umschaltet. Der Einsatz von Relais hat gegenüber mechanisch ausgelösten Kippschaltern den Vorteil, dass kürzere Wege für die signalführenden Leitungen realisiert werden können und grundsätzlich eine galvanische Trennung zwischen Schaltern und Signal vorliegt.

¹⁸⁷ Vgl. <http://www.barthman.de/rampedphantom.html>

¹⁸⁸ Vgl. <http://www.diyfactory.com/projects/softstartphantom/softstartphantom.htm>

4.2.2 Praktische Durchführung des Selbstbaus

Um die mechanischen Arbeiten, das Löten und erste Messungen bewerkstelligen zu können, ist eine Werkstattumgebung Voraussetzung. Hier sollten Utensilien wie eine professionelle Lötstation, Multimeter, ein Oszillograph und allgemeines Werkzeug vorhanden sein, damit der Selbstbau reibungslos erfolgen kann.

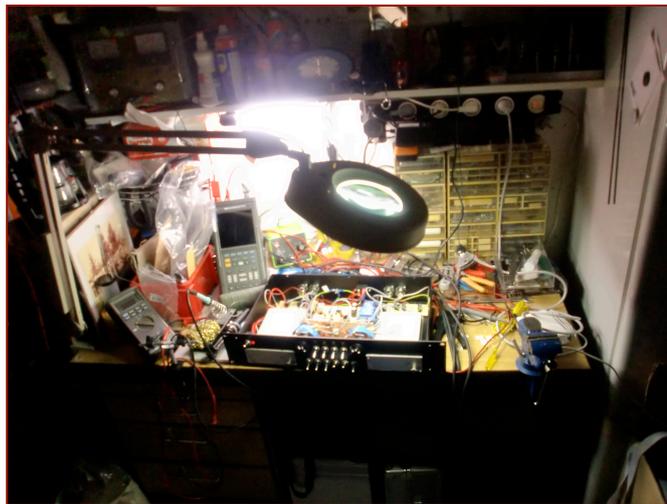


Abb. 48: Werkstatt während der Fertigstellung des V672 Verstärkers

Anfangs wurden die Netzteilplatinen im Akkord hintereinander aufgebaut und die Versorgungsspannungen mit einem Oszillograph auf Störanteile und Restwelligkeit überprüft. Es wurde daraufhin sehr schnell festgestellt, dass der 48V Stromkreis nicht vom identischen Netztransformator, wie die 24V Betriebsspannung gespeist, sondern eine galvanische Trennung der beiden Spannungsversorgungen und damit einhergehende Vermeidung von Potenzialunterschieden angestrebt werden sollte. Aus diesem Grund liefert ein kleinerer Printransformator die 24 V für den 48 V Stromkreis. Nach diesem Umbau konnten beide Spannungen unabhängig voneinander stabil gemessen und die Funktion der Rampe überprüft werden. Anschließend wurden die Relaisplatinen bestückt und gefertigt, woraufhin die ersten Vor-

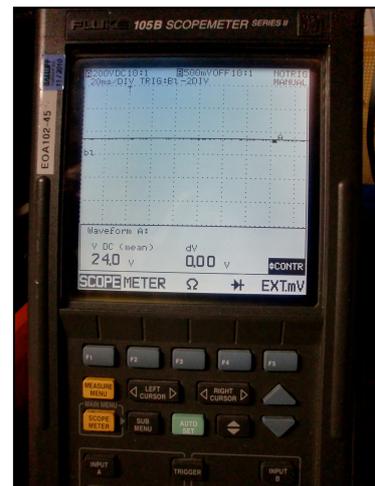


Abb. 49: Überprüfung der 24 V Gleichspannung mit einem Fluke Oszilloskop

verstärker mit einem dynamischen und einem Kondensatormikrofon getestet werden konnten. Um jedoch auch eine verbindliche Kontrolle über die bis dahin

ungetesteten Geräte zu erhalten, wurden die Geräte mit Linesignalen von einem USB-Audiointerface gespeist und die Ausgänge wieder auf Line-Eingänge des Interface zurückgeführt. Diese Lösung erschien im Vergleich zu der Nutzung eines digitalen Oszilloskop, wie bei der Überprüfung der Betriebsspannung, praktischer, da über das Programm Electroacoustics Toolbox, des Herstellers Faber Acoustical¹⁸⁹ bereits Signalgenerator und vielseitige Anzeigemöglichkeiten gegeben waren. Zudem entfiel das Lötten von Messadaptern auf die XLR-Anschlüsse der Module.



Abb. 50: Zwei vorbereitete Netzteilplatten (oben links), Einpassung des V376b Verstärkers (oben rechts), bestücktes V276a Gehäuse mit Netzteilplatte (unten links), fertig gestelltes MK5b Gehäuse (unten rechts).

¹⁸⁹ Electroacoustics Toolbox und weitere Software des Herstellers Faber Acoustical kann unter <http://www.faberacoustical.com/> als 14-tägige Testversion heruntergeladen werden.

4.2.3 Messungen

Ergänzend zu den einfachen Funktionstests mit einem dynamischen und einem Kondensatormikrofon, wurde eine einfache und anschauliche Überprüfung der Gerätefunktionen angestrebt. Hierbei bestand das Ziel nicht darin, Messwerte die herstellerseitig angegeben waren zu überprüfen, denn hierzu wären spezielle Messvorrichtungen nötig gewesen. Vielmehr war es wichtig zu untersuchen, ob die Geräte ihren Zweck im späteren Studioalltag erfüllen würden. Hierbei war die Software Electroacoustics Toolbox für Funktionstests und -prüfungen geeignet, das Programm Fuzzmeasure Pro¹⁹⁰ bot sich für die Messung der Frequenzgänge an. Hiermit wurden Frequenzdiagramme aller eingesetzten Vorverstärker erstellt, um die klanglichen Unterschiede technisch fassbar zu machen und eine Vergleichsgrundlage zu liefern.

Vorangestellt an die Messungen war jeweils eine Kalibrierung auf den vorhandenen Messaufbau, um die Eigenschaften des Aufbaus festzustellen und diese vom Messergebnis zu isolieren. Zur Ausgabe wurde ein symmetrischer Line-Ausgang der M-Audio 1814 Soundkarte genutzt, die Aufnahme des gemessenen Signals wurde über den Line-Eingang eines Presonus Digimax FS Vorverstärkers bewerkstelligt und digital über eine ADAT-Schnittstelle an das 1814 Audiointerface weitergegeben. So konnten die Class-A Vorverstärker und AD-Wandler des Digimax FS für die Messungen eingesetzt werden. Als Clock-Master wurde das M-Audio 1814 Interface über einen separaten Wordclock Anschluss verbunden.

Zunächst wurde das Klirrverhalten der Vorverstärker mit ET überprüft, wozu ein Signalgenerator mit einem 1 kHz Sinuston ausgegeben und das Messsignal mit einer FFT-, Terzband- und Oszilloskop-Anzeige dargestellt wurde.

Die Messungen mit dem Behringer Mikrofonvorverstärker T1953 zeigten eindrucksvoll, dass der Vorverstärker im Normalgebrauch zwar schon geradzahlige Vielfache der Grundfrequenz hinzufügt, aber dieser erst mit Einsatz des „Warmth“ Reglers, deutlich an Pegel gewinnen.

¹⁹⁰ Fuzzmeasure Pro kann als 14-tägige Testlizenz vom Hersteller SuperMegaUltraGroovy unter <http://supermegaultragroovy.com/products/FuzzMeasure/> heruntergeladen werden.

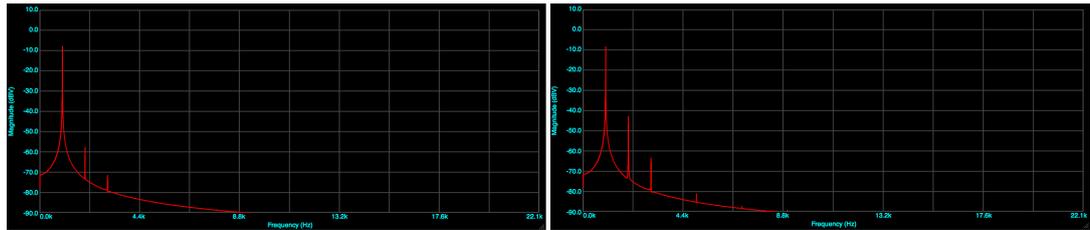


Abb. 51: Behringer T1953 mit Warmth Regler auf Min. (links) und Warmth auf Max. (rechts)

Betrachtet man jedoch die Frequenzgangmessungen¹⁹¹ mit Fuzzmeasure, fällt auf, dass dazu eine deutliche Höhenanhebung mit einer Mittenfrequenz von ca. 20 kHz und einem Hub von ca. 7dB kommt, die eigentlich dem Gegenteil des Klischees, eines warm klingenden Röhrenverstärkers entspricht. Diese Darstellung entspricht jedoch exakt den Hörerfahrungen mit dem Gerät, während den Produktionen und hilft in Zukunft noch als Bestätigung dessen, bei klanglichen Entscheidungen über den Einsatz des Geräts und seines *Warmth* Reglers.

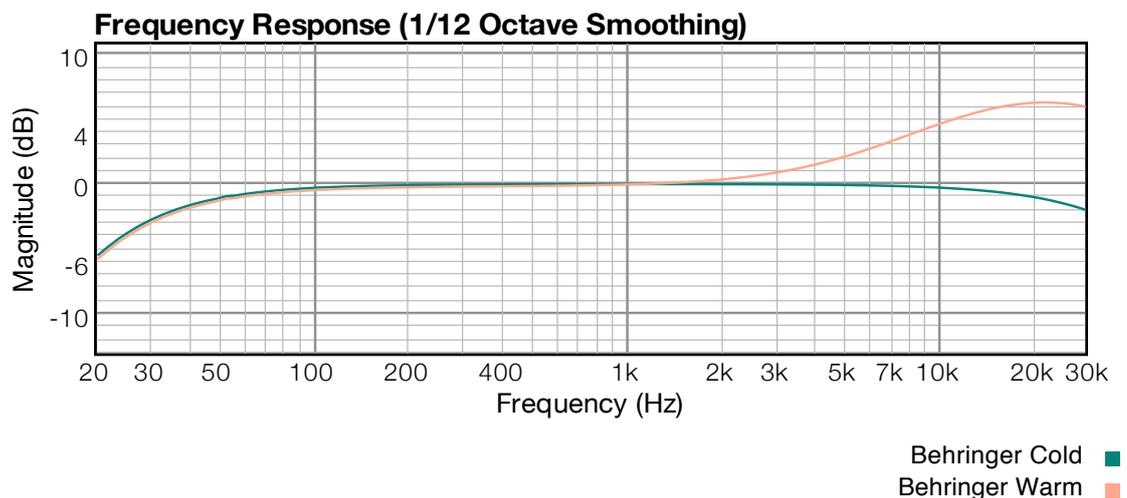


Abb. 52: Überraschend starke Höhenanhebung bei Erhöhung des Warmth Parameters

Anschließend wurde der Universal Audio LA-610 MKII Vorverstärker auf sein Klirrvverhalten und seinen Frequenzgang untersucht. Die ersten drei Abbildungen zeigen den Vorverstärker in den gängigen Extremeinstellungen. Hierbei wurde die Gainregelung jeweils auf -9 dB, 0 dB und +9dB eingestellt. Auch hier ist es schön sichtbar, wie die geradzahigen Vielfachen des Grundtones mit steigender Gain-Einstellung zunehmen. Im Vergleich zum Gerät von Behringer sind allerdings deutlich weniger ungeradzahlige Vielfache messbar. Diese steigen erst deutlich an,

¹⁹¹ Sämtliche Messungen in Fuzzmeasure Pro wurden mit einer Abtastrate von 96 kHz und mit einem Sinus Gleitton von 1Hz bis 30 kHz hergestellt. Da Electroacoustics Box diese Abtastrate nicht vollständig unterstützt, musste hier mit 44.1 kHz für die FFT-, Terzband- und Oszilloskopanzeige gearbeitet werden.

wenn man mit dem Level-Knob die Ausgangsverstärkung bis zu einem voll ausschlagenden VU-Meter anhebt und den Ausgangstransformator bzw. die Endstufenschaltung in die Sättigung fährt.

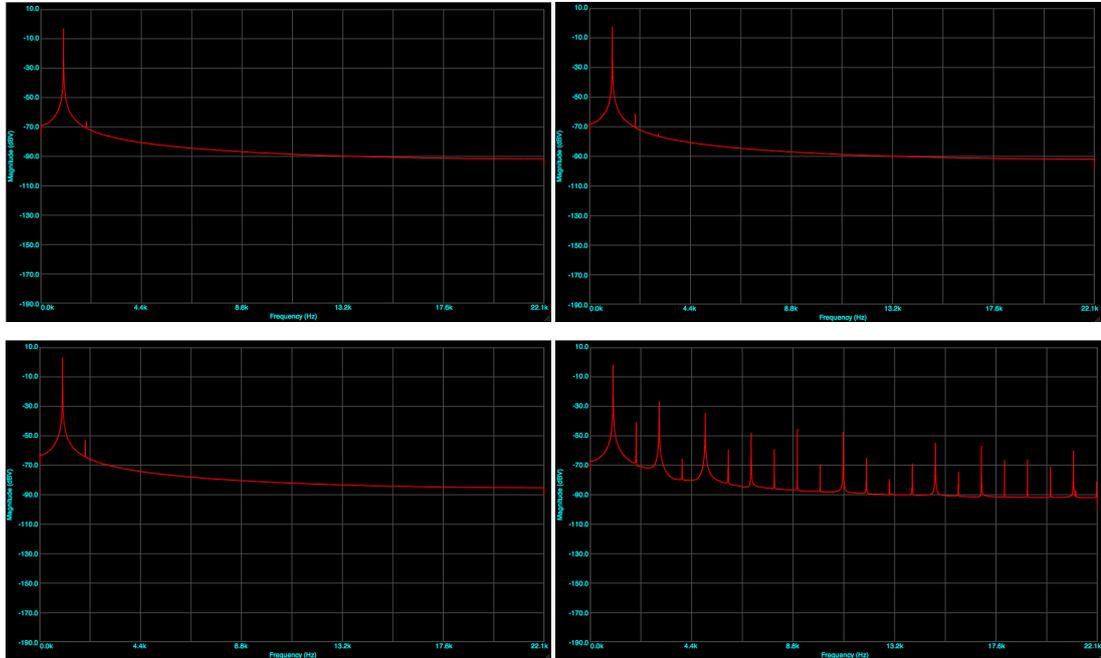


Abb. 53: UA 610-MKII mit -9 dB (l. oben) 0 dB (r. oben) und +9 dB Gain, Starke Anhebung des Ausgangspegels mit hörbar unangenehm verzerrten Ergebnis (r. unten).

Die Plots der jeweiligen Frequenzgänge zeigen, dass der Vorverstärker in allen Einstellungen eine leichte Bassanhebung bei 20 Hz aufweist, was die Erfahrung bestätigt, dass das Gerät meist mit dem Tiefen-Shelving Filter bei -1,5 dB betrieben wird. Auch der Einfluss der Vorverstärkung auf den Höhenfrequenzgang wird hier sichtbar, welcher bis zu 0,5 dB bei der höchsten Vorverstärkung absinken kann und sicherlich großen Einfluss auf den subjektiven Klangeindruck der „Wärme“ hat. Die nahezu zerstörte Linearität des Frequenzgangs zeigt Einstellung Nr. 4, welche eine weitergehende Höhenabsenkung und einen „verbogenen“ Tiefenfrequenzgang aufweist. Sehr auffällig ist hier auch der steigende Gleichanteil im Ausgangssignal.

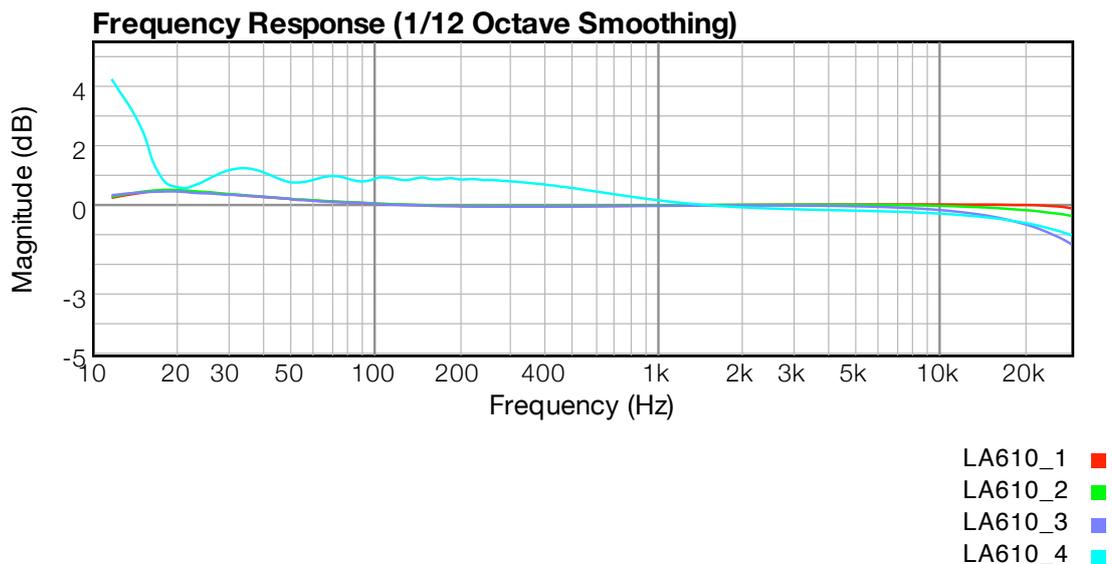


Abb. 54: Frequenzgänge des LA-610 MKII bei verschiedenen Verstärkungsstufen (s. vorh. Abb.)

Die FFT-Analyse mit dem 1 kHz Sinuston hilft zwar das Obertonverhalten von Röhrenequipment darzustellen, bei den vorhandenen Rundfunkmodulen in Transistor- und IC-Bauweise ergibt sich hier jedoch kein aussagekräftiges Ergebnis, außer dass die Verstärkung im technischen Sinne sauber und klirrfarm geschieht. Bei einer Überschreitung der Aussteuerungsgrenze war der bereits beschriebene schlagartige Anstieg des k_3 Klirrfaktors zu verzeichnen. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle lediglich die Frequenzgänge der Vorverstärker bei bestimmten Einstellungen abgebildet. Im Vergleich zu den verglichenen Geräten von Behringer und Universal Audio sind die teilweise deutlichen Hoch- und Tiefpassfilter auffällig. Gerade der klanglich neutralste TAB V376b weist die höchste Ansatzfrequenz beim Hochpassfilter und die höchste Steilenflankheit beim Tiefpassfilter auf. Interessant ist auch, dass der Siemens V276a keinen Tiefpassfilter aufweist, lediglich der gezwungenermaßen eingeschaltete Hochpassfilter bei 40 Hz ist sichtbar. Beim Telefunken V672 wurden zwei Messungen in jeweils Modus 1 und Modus 2 durchgeführt. Die Messung verdeutlicht, dass die zwei Verschaltungen des Vorverstärkers sich auf seinen Tiefenfrequenzgang auswirken, sodass der Modus 1 eine Absenkung von -2 dB bei 50 Hz und Modus 2 eine Absenkung von -1 dB bei 50 Hz aufweist. Dies ist auf den veränderten Wert des Eingangswiderstandes und damit verbundener Verschiebung der Grenzfrequenz des RC-Glieds am Eingang zurückzuführen.

Generell sind die Einflüsse auf den Klang recht minimal, aber es ist zu überdenken, ob die eventuell einbauten Hoch- und Tiefpassfilter der Rundfunkmodule zu einem, späteren Zeitpunkt extern schaltbar gemacht werden sollten, damit sich mehr klangliche Möglichkeiten mit den Geräten ergeben.

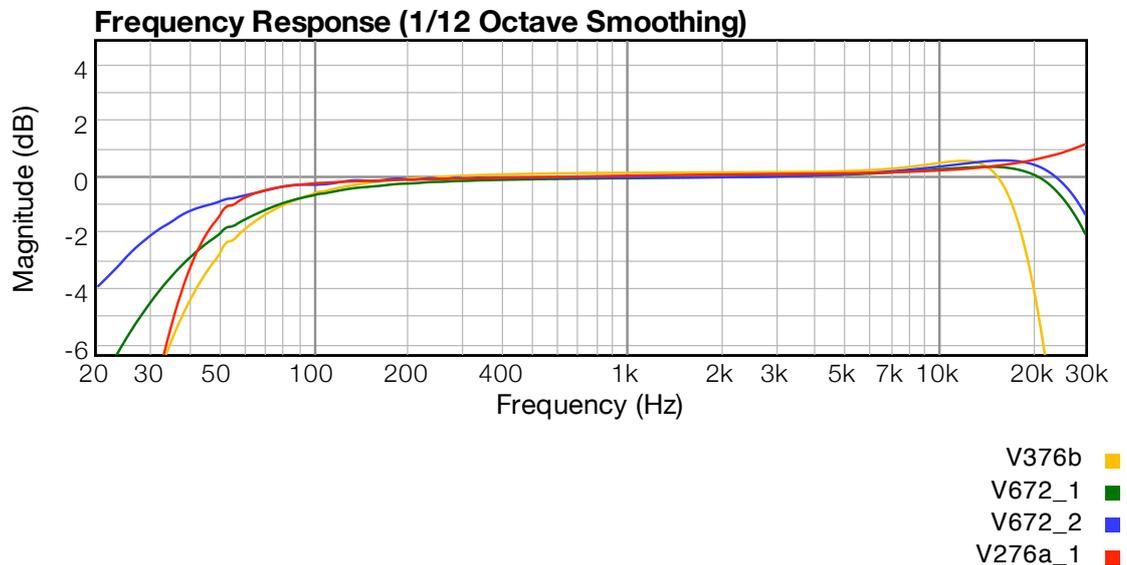


Abb. 55: Prinzipeller Vergleich der Frequenzgänge von V672, V376b und V276a und zweier Betriebsmodi des V672 Verstärkers

Beim Vergleich der gemessenen Ergebnisse mit den tatsächlichen Klangeindrücken bei der Verwendung der Geräte fällt auf, dass die Messungen nur ein Stück weit zur Einschätzung beitragen können. Dies ist zum einen auf das Thema der Spannungsanpassung und der damit einhergehenden Impedanzunterschiede zu einem echten Mikrofon zurückzuführen. Die Ausgangsimpedanz des verwendeten Audiointerfaces lag bei 150 Ω , die Eingangsimpedanzen der Vorverstärker je nach Verstärkung zwischen 1 und 2 k Ω . Ausgangsseitig weisen die Vorverstärker sehr niederohmige Werte von 45 – 50 Ω auf, die Eingangsimpedanz des Messverstärkers liegt wiederum mit 10 k Ω hoch genug für eine korrekte Spannungsanpassung. Die theoretisch korrekt gewählten Impedanzen stellen sich jedoch bei manchen Modulen als unpassend heraus und sind vor allem beim Betrieb mit Line-Signalen zu beachten.¹⁹² Doch auch Mikrofone, wie das RCA 77 oder 44 können durch ihre

¹⁹² Vgl. <http://xound.com/content/blogcategory/25/56/> [Stand 15.11.2009] Interessanter Artikel von Produzent Peter Weihe zu dem Thema „Rundfunkmodule und Impedanzen“. Leider nicht mehr online und deswegen hier vom Autor privat zur Verfügung gestellt: www.baziany.de/Studium/Master/

charakteristischen Impedanzanhebungen, verschiedene klangliche Ergebnisse, je nach Kombination mit dem jeweiligen Vorverstärker hervorbringen.

Die andere Komponente ist die zeitliche, die mittels Frequenzdiagrammen schwer dazustellen und in diesem Falle nur mit der Impulsantwort des Gerätes feststellbar ist. Ausschlaggebend für das zeitliche Verhalten eines Vorverstärkers, ist zum Beispiel der Parameter der Slew Rate. Beim Vergleich der beiden Geräte V276a und V376b ist im Bezug auf diesen Parameter anzunehmen, dass die Operationsverstärkertechnik im V376b die exaktere Impulsantwort liefert und damit von einer höheren Slew Rate beim TAB Gerät im Vergleich zum Siemens Vorverstärker auszugehen ist. Die sogenannten Vor- und Nachschwinger, die bei der Impulsantwort des V276a auftreten können jedoch auch auf den Messaufbau und die dabei verwendeten AD-Wandler zurückgeführt werden, welche die Wandlung in Oversamplingtechnik vornehmen und somit eine solche symmetrische Impulsantwort aufweisen.¹⁹³ Andererseits müsste die Impulsantwort des V376b Verstärkers somit auch symmetrisch sein, was diesen Fall also ausschließt und darauf hinweist, dass die leicht oszillierende Impulsantwort auf eine starke Gegenkopplung in der Schaltung und damit einhergehende Selbsterregung im V276a zurückzuführen ist.¹⁹⁴

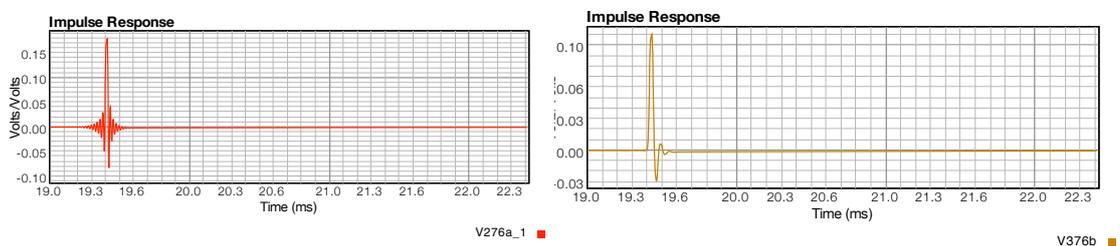


Abb. 56: Vergleich der Impulsantworten V276a (links) und V376b (rechts)

4.2.4 Erdungskonzepte

Bei der Erdung der Geräte wurde jeweils der Schutzleiter und das Gehäuse des Moduls, falls nicht schon durch mechanischen Kontakt erfolgt, über Kabelschuhe mit der Gehäusemasse verbunden. Die 0 V Leitung der 24 V Spannungsversorgung wurde direkt mit dem für 0 V ausgelegten Pin des Steckverbinders am Rundfunkmodul, die 0 V Leitung der 48 V Phantomspannung mit dem Signalschirm des Mikrofonsignals verbunden. Dieser Signalschirm wurde mit dem entsprechenden Pin

¹⁹³ Vgl. Stereoplay (1992), S. 108

¹⁹⁴ Vgl. Schroeder (1963), S. 211

am Rundfunkmodul verlötet und zusätzlich wurde über einen 10 Ω Widerstand ein gebrückter Kontakt mit der Gehäusemasse hergestellt. An dieser Stelle wird oft ein einfacher Schalter zur Unterbrechung der Verbindung angebracht, der sogenannte *Ground Lift*. Eine andere Lösung stellt der sogenannte Soft Ground Lift dar, wie er auch von HESTudiotechnik¹⁹⁵ verwendet wird. Hierbei wirkt der 10 Ω Widerstand als stromverringendes Element für die Störsignale, die im Falle einer fehlerhaften Erdung auf dem Signalschirm fließen würden.¹⁹⁶ Nach einigen Tests verschiedener Erdungsschemen, wurde das des Soft Ground Lift als klanglich unverfälscht und störungsfreiestes ausgesucht und in allen Mikrofonvorverstärkern umgesetzt.

4.2.5 Der Telefunken V672 Vorverstärker als Fallbeispiel

Einen Spezialfall beim Racking der Geräte stellt der Vorverstärker V672 dar, welcher als multifunktionales Gerät ohne Bedienelemente daherkommt. Aus diesem Grund war es nötig eine Schaltung zur Regelung der Verstärkung hinzuzufügen. Hierfür ist ein Verständnis vom Grundprinzip des Moduls nötig. Der V672 kann prinzipiell in zwei verschiedenen Modi als Pegelverstärker betrieben werden. In Modus 1 ist eine maximale Verstärkung von 35 dB erreichbar, was durch einen konstanten Gegenwiderstand von 2,4 k Ω und einen variablen Eingangswiderstand von 220 Ω bis 13,6 k Ω erreicht wird. Diese Widerstände werden über einen zwölfstufigen Drehschalter mit drei Ebenen geschaltet. Drei Ebenen sind nötig, da simultan zu den Eingangswiderständen auf den

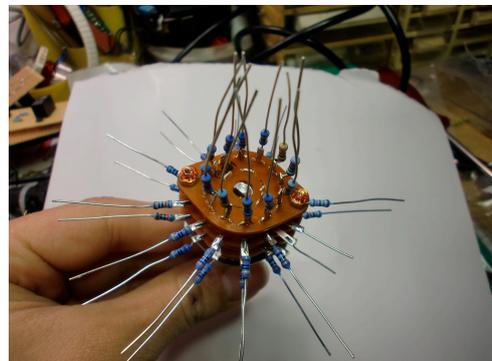


Abb. 57: Mit Widerständen bestückter und teilweise aufgelöteter 3-Pol Schalter mit 12 Stufen.

beiden symmetrischen Signalleitungen, der Gegenwiderstand für den zweiten Modus verändert werden muss. So kann der Schalter für beide Modi genutzt werden, lediglich die tatsächlichen dB Werte der Skalierung variieren hierbei. Im Modus 2 kann eine Maximalverstärkung von 65 dB erreicht werden, wobei in diesem Fall der Vorwiderstand im Normalfall 1,5 k Ω beträgt und der Gegenwiderstand von

¹⁹⁵ Auf www.hestudiotechnik.de finden sich weitere Informationen dieses Anbieters von professionellen Rackinglösungen für Rundfunkmodule.

¹⁹⁶ Vgl. <http://www.epanorama.net/documents/groundloop/groundlift.html>

330 k Ω bis zu 2,7 k Ω verändert wird. Ein zusätzlicher Boost-Modus verringert den Eingangswiderstand auf 110 Ω , was den geforderten minimalen Vorwiderstand von 80 Ω sicherheitshalber etwas überschreitet.¹⁹⁷

Die Widerstandswerte für die Vorverstärkung wurden an erhältlichen Widerstandswerten, statt an genauen dB Werten orientiert und ergaben die unten stehende Bestückung der Drehschalter mit Widerständen. Anhand einer Darstellung aus dem Handbuch des Vorverstärkers, wie im Anhang 7.7.3 abgebildet, lassen sich die passenden Widerstandswerte ermitteln. Die unter Anhang 7.7.4 gelistete Tabelle zeigt Schalterpositionen, zugehörige Widerstandswerte und die jeweiligen Verstärkungsfaktoren auf. Die Berechnung des Verstärkungsfaktors erfolgt durch die Formel

$$v \approx \frac{(R_g [k\Omega] + 8,2)}{(R_e [k\Omega] \cdot 1,2)}$$

Wobei der Wert 8,2 den unveränderlichen Gegenkopplungswiderstand in k Ω im Verstärker selbst darstellt, R_g den regelbaren Widerstand über Pin 9 und 10 der Steckerleiste und R_e die Summe der Eingangswiderstände auf den symmetrischen Signalleitungen. Der Faktor 1,2 wird als Ausgleich für die Annahme einer idealen Verstärkerschaltung eingeführt.¹⁹⁸ Damit die Rechnungen in der Tabelle jedoch der Realität entsprechen und sich keine Division durch Null ergibt, wurde bei den Eingangswiderständen je ein Quellwiderstand des Mikrofons von 200 Ω addiert. Rechnet man nun den Verstärkungsfaktor v wieder in Dezibel um, muss die folgende Formel angewandt werden $L = 20 \lg v$ [dB].

Bei der Kontrolle fällt auf, dass die Modi rein rechnerisch 34 dB und 62 dB genannt werden sollten, der genaue Wert der Verstärkung kann jedoch nur mithilfe des exakten Scheinwiderstands der Signalquelle errechnet werden.

¹⁹⁷ Dickreiter (1979), S. 409

¹⁹⁸ Vgl. Dickreiter (1979), S. 733

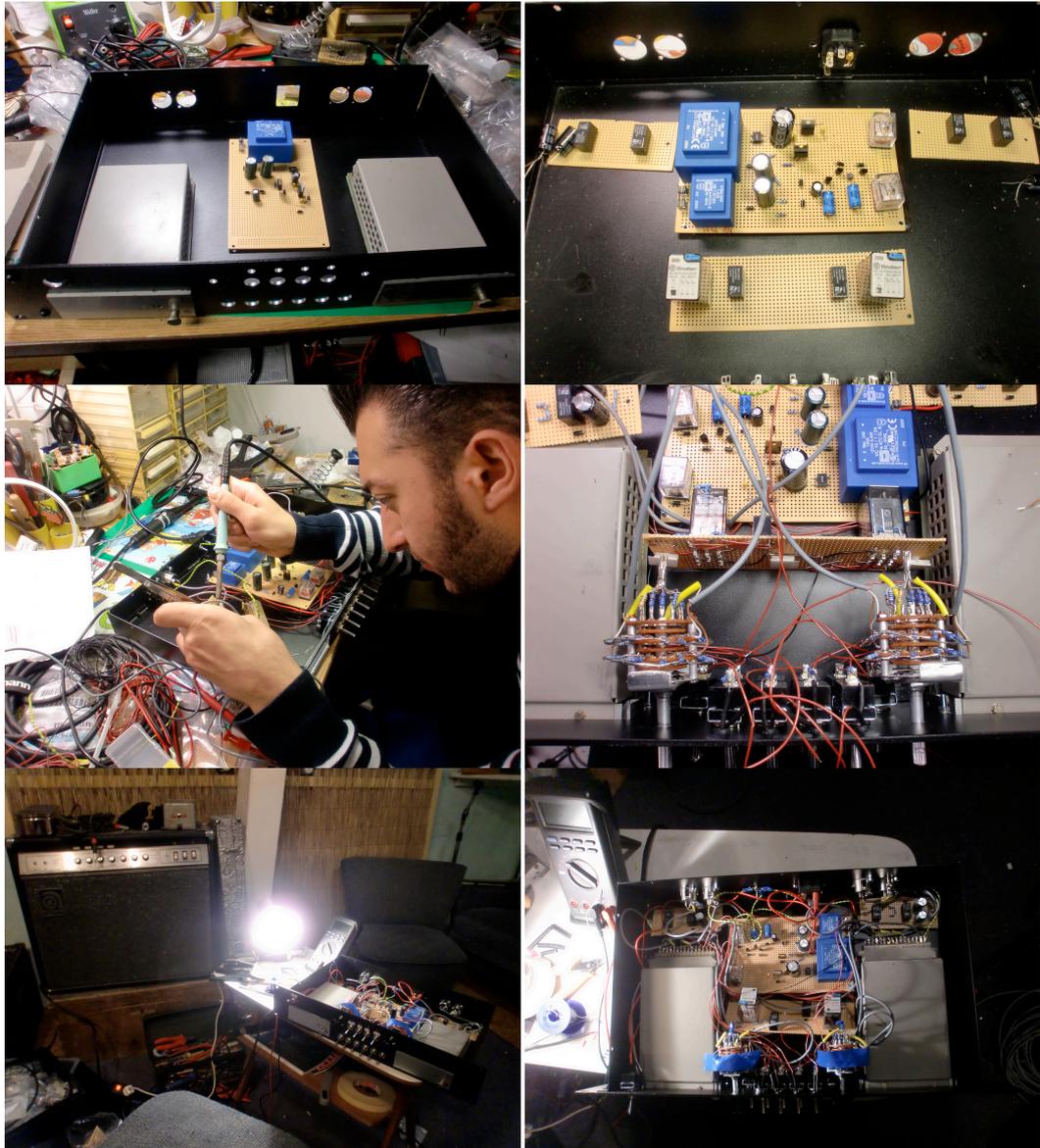


Abb. 58: Verschiedene Entwicklungsstadien des Telefunken V672 Gehäuses

Diese kurze Bildstrecke verdeutlicht, dass die Platzknappheit beim V672 zu einem Einbau in ein 2 HE Gehäuse zwang, darüber hinaus ist hier die deutlich aufwändigere Verkabelung im Vergleich zu Modulen, wie dem BFE MK5b Equalizer zu erkennen. Die letzten Bilder zeigen die finale Löt-session direkt im Aufnahme-raum, am Vorabend der zweiten Produktion mit der Band *The Fenders 55*.

4.2.6 Zeitaufwand für Fertigung, Montage und Inbetriebnahme

Während professionelle Anbieter auf dem freien Markt für eine solcher Rackinglösungen zwischen 800 € und 1000 € zuzüglich Mehrwertsteuer berechnen, fielen in diesem Fall nur die tatsächlichen Materialkosten und der selbstverständlich immense Zeitaufwand an. Hierbei ist zu bedenken, dass dieses Projekt, mit seinen elektrotechnischen und handwerklichen Ansprüchen in dieser Art eine Premiere für den Autor darstellte und sämtliche Schwierigkeiten und Fehleinschätzungen zu großen Zeitverlusten führten. Dies verkürzt die Durchführungsdauer bei zukünftigen Projekten und hilft abzuschätzen, ob ähnliche Projekte durchgeführt oder eher Dienstleister hierfür herangezogen werden sollen. Der Gesamtaufwand für die Bestückung, Fertigung, Tests und Modifizierungen betrug ca. 14 Personentage. Hierbei ist die Zeit für die Planung, Recherche, Auswahl und Einkauf der Bauteile, sowie die Fräsung der Frontplatten nicht eingerechnet.



Abb. 59: Die fertig gestellten Geräte, eingebaut in mobile Racks.

Rechnet man nun die geschätzten 4300 € Kosten bei Fremdfertigung gegen bezahlte Arbeitstage, bei einem angenommenen Tagessatz von 238 € und Materialkosten von ca. 800 € auf, ergibt die Differenz nahezu 0 €. Dies verdeutlicht erstens, dass für viele Tonmeister, die Neueinsteiger in diesem Bereich sind, die professionelle Fertigung weitaus attraktiver ist. Setzt man sich selbst jedoch das Ziel, die Zusammenhänge zu verstehen und bei späteren Selbstbauprojekten darauf aufzubauen, lohnt sich diese Investition an Zeit und Aufwand sicherlich auf Dauer.

4.2.7 Die Effektgeräte

Federhall

Während in modernen Studios, der Federhall nur noch in Gitarrenverstärkern oder zur Erzeugung einer absichtlichen Lo-Fi Assoziation seinen Platz hat, ist er in der Musik der Fünfziger Jahre sehr vielseitig einsetzbar. So ist der scheppernde

Klang der Hallspirale sowohl für Gesang, Schlagzeug, als auch für Perkussion zu gebrauchen, auf den elektrischen Gitarren findet sich dieser Effekt meist ohnehin. Die mechanische bzw. elektromechanische Komponente eines Federhalls, bestehend aus den gespannten Federn und dem Hufeisenmagneten, mit Spule und beweglichen Schwingungsübertragern, ist bereits als Bauteil von diversen Herstellern erhältlich. Der Hersteller Accutronics stattet beispielweise sämtliche Fender Verstärker mit seinen Hallspiralen aus und bietet verschiedene Bautypen mit verschiedenen klanglichen und elektrischen Eigenschaften an. Das gewählte Modell 9AB3C1B ist mit 6 Spiralen ausgestattet, von denen jeweils 2 aneinander gekoppelt sind und gegensätzliche Windungen aufweisen.

Darüber hinaus weisen alle Spiralen verschiedene Längen auf. Diese Maßnahmen sorgen für eine ausgewogene Nachhallcharakteristik, bei der sich eine größere Anzahl von Moden zu einem dichten Klang überlagern als bei Modellen mit nur zwei Spiralen. Die gegensätzliche Windung vermindert den Effekt des Schepperns bei impulsartigen Signalen und macht den Hall für Studioanwendungen besser nutzbar. Durch die größere Gesamtlänge der Spiralen, kann der Frequenzgang nach unten erweitert und die Nachhallzeit verlängert werden.

Der Hersteller Accutronics hat auf seiner Homepage bereits einige Schaltungen zum Selbstbau von Eingangs- und Ausgangsstufen veröffentlicht. Nach intensiver Internetrecherche erwiesen sich jedoch Schaltungen einer anderen Seite als besser geeignet, da sie die Vorschläge von Accutronics weiterentwickelt und verbessert haben. Die Schaltungen wurden bewusst auf Operationsverstärkern aufgebaut, welche einfach in der Handhabung und günstig in der Anschaffung sind.¹⁹⁹

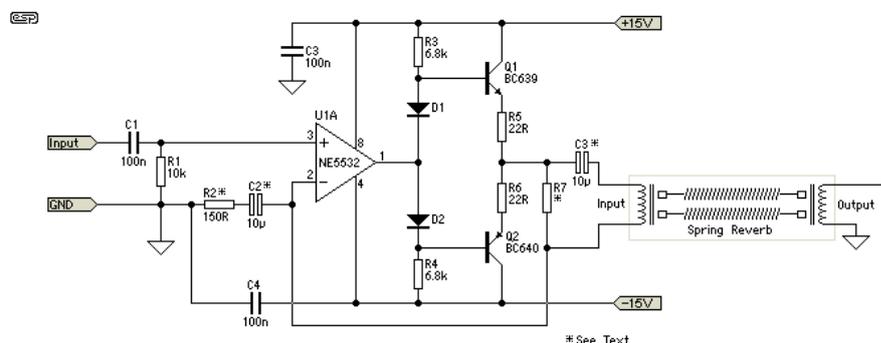


Abb. 60: OpAmp-basierte Eingangsstufe für einen Federhall

¹⁹⁹ Auch das berühmte AKG BX 20 Hallgerät arbeitet mit einer Kombination aus integrierten Bauelementen und Transistoren. Die Originalschaltungen können in den Serviceunterlagen auf www.akg.com eingesehen werden.

Sukzessive kann das Effektgerät zu einem späteren Zeitpunkt mit einer diskreten oder röhrenbasierten Eingangs- und Ausgangsstufe erweitert werden. Für den Einsatz des Operationsverstärkers NE5532 ist eine Gleichspannungsversorgung von +/- 15 V nötig, die Hallspirale selbst benötigt in dem Sinne keine Spannungsversorgung, da die Ein- und Ausgangsspulen von der verstärkten Eingangsspannung angetrieben werden. Die Spulenimpedanz des gewählten Modells ist bewusst mit 8 Ω gering gewählt, so dass mit der OpAmp Vorstufe ein hoher Stromfluss in der Eingangsspule erzeugt werden kann. Da der NE5532 jedoch an sich nur einen maximalen Strom von 9 mA liefern kann, muss dieser noch durch zwei Transistoren Q₁ und Q₂ verstärkt werden. Direkt am Eingang ist ein RC-Glied 1.Ordnung als Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 160 Hz angebracht, was bereits vor der Anregung der Spiralen zu einem klareren Klangbild sorgt, wie es später vom Hallsignal auch gewünscht wird. Wenn gewünscht kann der Wert des Hochpassfilters später mittels eines 1 M Ω Potentiometers von 16 bis 20 kHz regelbar gemacht werden.

Ebenfalls basierend auf der Accutronics Ausgangsschaltung wurde die oben abgebildete Schaltung entwickelt, welche einen verbesserten Rauschabstand aufweist.

ESP

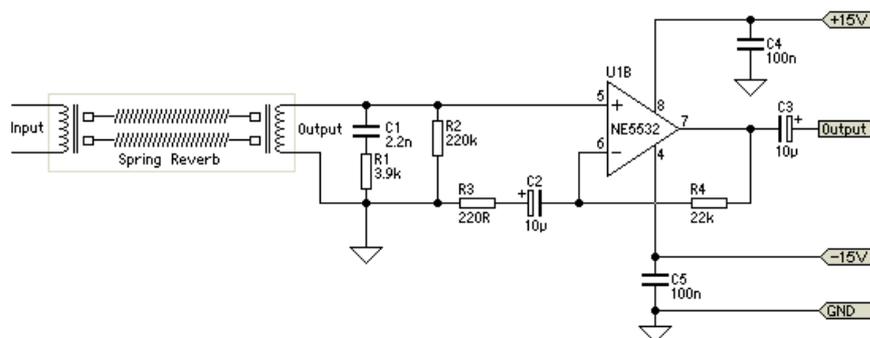


Abb. 61 OpAmp-basierte Ausgangsstufe für einen Federhall

Der Entwickler geht von relevanten Hallinformationen zwischen 600 und 7000 Hz aus und hat das Bandpassfilter am Eingang der Schaltung dementsprechend ausgelegt. Die vorliegende einstufige Verstärkerschaltung ist anfällig für Verzerrungen, wenn Spannungen größer als 80 mV erzeugt werden. Dies ist jedoch nach Meinung des Entwicklers schwer zu erreichen und somit nicht relevant. Für den Fall, dass Verzerrungen das Signal nachteilig färben, kann eine zweistufige Verstärkerschal-

tung mit einem weiteren NE5532 realisiert werden.²⁰⁰ Leider wurde das Federhallgerät nicht bis zur Produktionsbeispiele fertig gestellt und kann somit nicht in klanglicher Hinsicht eingesetzt oder demonstriert werden.

Nachhallplatte

Der Klang einer Nachhallplatte war mir bereits aus vielen Originalaufnahmen der Fünfzigerjahre, von Software-Emulationen, wie dem UAD Plate 140 oder über Impulsantworten Halls bekannt. Während meiner Recherche zum Thema Federhall stieß ich auch auf einige Projekte, die sich mit dem Selbstbau von Nachhallplatten beschäftigten. Bei einem Großteil der Projekte wurden wurde jedoch, wegen fehlendem Material inkonsequent gearbeitet und es konnte kein professionell brauchbares Hallsignal erzeugt werden. Erst über die Homepage des amerikanischen Entwicklers Jim Cunningham, der bereits in den Siebziger Jahren Hallplatten der Firma EMT weiterentwickelt und geserviced hat, konnten ausreichend Informationen für eine professionell nutzbaren Nachhallplatte gefunden werden. Wichtige Parameter für den Selbstbau einer Nachhallplatte, sind: Dimension und Material der Hallplatte, Stimmung der Platte, Frequenzgang der Eingangsschaltung, Eigenschaften des Treibers, Resonanzfrequenz und Positionierung der Tonabnehmer und die Ausgangsschaltung.

Die Dimension der Hallplatte wurde beim Selbstbau identisch zu der EMT Vorlage mit 2 m x 1 m x 0,001 m gewählt, was das Material angeht wurde aus Kostengründen vorerst ein verzinktes Stahlblech gekauft. Bei der Original EMT Hallplatte wurde kaltgewalzter Stahl eingesetzt, das überwiegend aus lange gelagerten Chargen gewählt wurde und eine leichte Dämpfung der Höhen hervorrufen sollte. Cunningham verbaut in seinem Nachfolger der EMT 140 Edelstahlplatten und verspricht sich hier einen natürlicher klingenden Frequenzgang zwischen 1-2 kHz, im Vergleich zu der Stahlplatte, die bei 500 Hz eine Frequenzanhebung aufweist. Bei dem angefragten Lieferanten waren die geforderten Maße jedoch nur als verzinkte Blechplatte kurzfristig verfügbar, weswegen dann entschieden wurde mit der Platte den Selbstbau durchzuführen und später zu entscheiden ob eine Klangverbesserung

²⁰⁰ Vgl. <http://sound.westhost.com/articles/reverb.htm>

rung angebracht ist.²⁰¹ Fast größere Wichtigkeit für den Klang hat nach Cunningham die Stimmung der Platten, was auch der Grund war, dass die ersten Hallplatten, die Amerika in den Fünfziger Jahren erreichten als klanglich unbefriedigend eingestuft wurden. Diese Hallplatten waren noch nicht sauber gestimmt worden oder hatten sich durch den Transport in der Stimmung verändert. Durch das Einstellen der Spannung zwischen der Hallplatte und Rahmen des Gestells über Stell-schrauben, wird zum einen die Nachhallzeit der tiefen Frequenzen und zum anderen die Ausgewogenheit des Nachhalls an sich eingestellt. Eine hohe Stimmung wird vom Cunningham empfohlen und schützt vor rumpelnden Bässen im Hallsignal, darüber hinaus sollte die Spannung der einzelnen Schrauben identisch sein, sodass der Platte auf der gesamten Fläche dieselbe Zugkraft widerfährt. Die von Cunningham vorgeschlagene Eingangsschaltung ist bereits mit einem Hochpass- und einem High-Shelf Filter ausgestattet und „räumt“ das Hallsignal bereits vor der Anregung des Treibers auf. Es wird jedoch auch erwähnt, dass ein ähnlicher Vollverstärker mit eingebautem Filter und 20 Watt Leistung diese Aufgabe übernehmen kann. Zum verwendeten Treiber gibt Cunningham keinerlei Auskunft, auch andere Quellen sind hier unbrauchbar. Im Fall des Selbstbaus wurde diesem Grund der Versuch unternommen mit sogenannten Bass-Shakern aus dem Heimkinobereich, eine Lösung zu realisieren. Die Tonabnehmer sind in Piezo-Bauweise

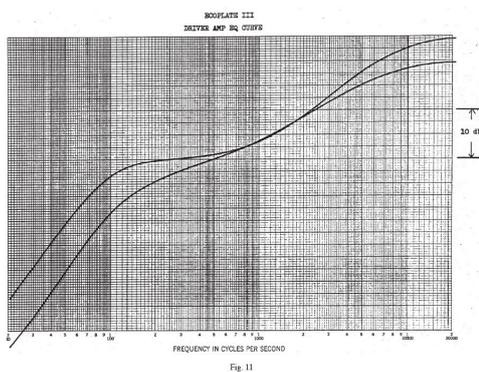


Abb. 62: Entzerrung, wie von Cunningham an der Eingangsstufe empfohlen.

konstruiert und wie bereits erwähnt weist dieser Typ eine deutliche Resonanzfrequenz auf. Die hier eingesetzten Tonabnehmer haben eine Resonanzfrequenz bei 6,8 kHz, die originalen EMT Tonabnehmer bei 25 kHz und Cunninghams Tonabnehmer bei 50 kHz.

Da dies jedoch auch später problemlos gewechselt werden kann, wurde mit den gebräuchlichen Piezo-Elementen aus dem Elektrofachhandel gearbeitet.

Um mit zwei Tonabnehmern ein stereophones Signal zu erzeugen, sollte der Abstand zum Treiber jeweils unterschiedlich gewählt werden. Dies ist auf die Ausprägung der Moden an verschiedenen Orten der Platte zurückzuführen und stei-

²⁰¹ Vgl. <http://www.platereverb.com/literature/ECoplate-Story.pdf>

gert bei ungleichen Abständen die Dekorrelation. Bezüglich des Ausgangs- oder Vorverstärkers weist Cunningham lediglich darauf hin, dass ein entsprechendes Gerät mit hochohmigen Eingängen zur Verfügung stehen sollte. Im Falle des vorliegenden Selbstbaus sollen DI-Boxen zur Impedanzwandlung und ein angeschlossenes Kleinmischpult zur Verstärkung des Signals verwendet werden. Aufgrund großer Probleme beim Versuch den massiven Stahlrahmen der Platte anzubohren, musste das Projekt bis zur Möglichkeit den Rahmen schweißen zu lassen verschoben werden.



Abb. 63: Das bereits vorbereitete Stahlgestell für den Rahmen des Black Shack Plattenhalls

5 Praxisteil B: Produktion von Musikbeispielen

Wie bereits in den Zielen definiert, sollen Testaufnahmen mit Bands verschiedener Genres zu einer besseren Übersicht der Anforderungen und daraus resultierenden Arbeitsabläufen führen. Auf diese Weise können je nach Zugehörigkeit zu einer entsprechenden Epoche des Rock'n'Roll passende Workflows gewählt und spätere Projekte besser kalkuliert werden. Alle Produktionen wurden mit einem Tag disponiert, sodass sich für die Bands kein großer Aufwand ergibt, aber die Zeit für die Aufnahme von 2-3 Titeln ausreicht.

5.1 Workflow 1

5.1.1 Spezielle Anforderungen von Hillybilly / Western Swing

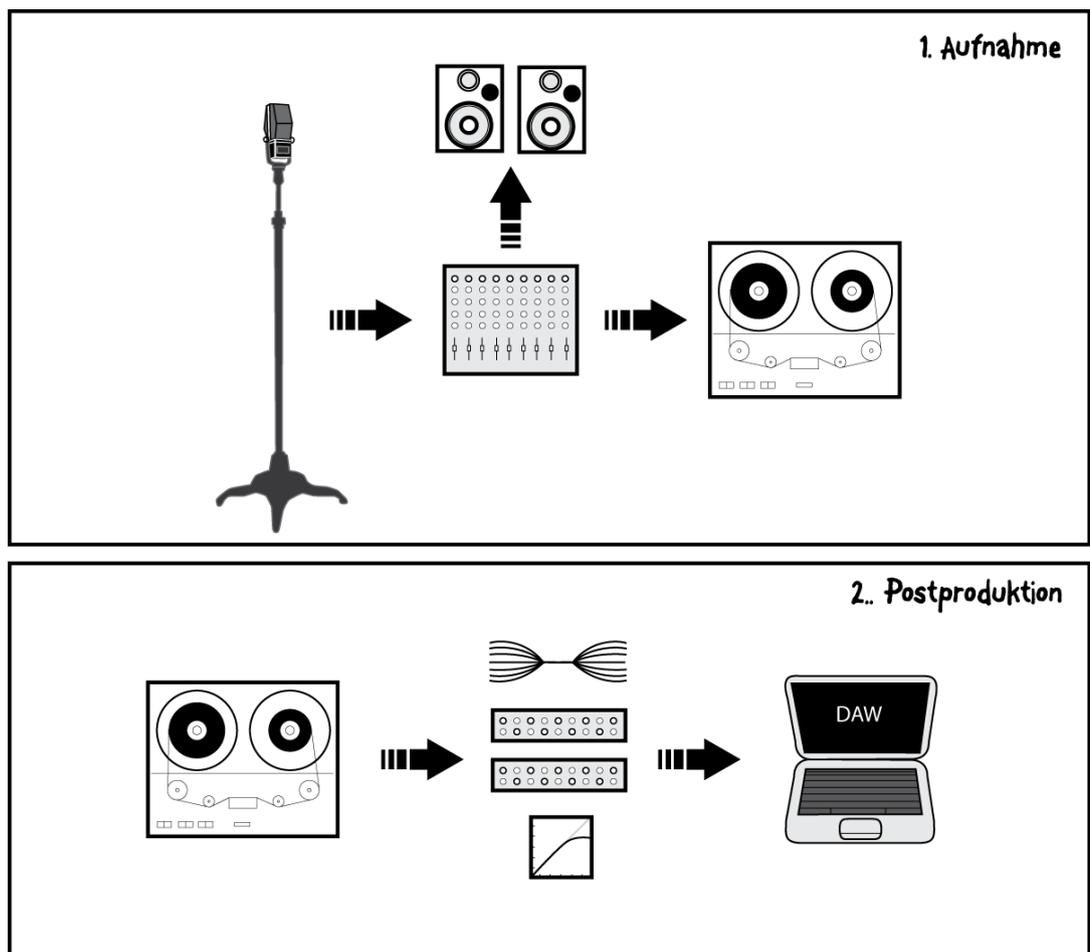


Abb. 64: Ablauf des Workflows für kleine Ensembles und Musik der 30er bis 50er Jahre

Die Recherchen und Höranalysen zur Hillbilly und Country Musik der 1930er bis 1950er Jahre ergaben, dass eine monophone bis minimale Mikrofonierung des Ensembles zur Authentizität der Aufnahme einen starken Beitrag leistet. Darüber hinaus sind die Instrumente der Musiker entsprechend den Angaben in Kapitel 3.1 bereits so gewählt, dass hierdurch die Assoziation mit dieser Epoche bereits erzeugt wird. So ist es wichtig, dass weitgehend ohne Slapback Echo bei der Gitarre und mit minimalem Einsatz von Federhall gearbeitet wird. Der Kontrabass kann in den meisten Fällen dezent und mit wenig Slap-Anteil gespielt werden.

Die Aufnahme sollte also auf einfachem und direkten Weg, ohne die Notwendigkeit eines dedizierten Monitorings, direkt auf das Aufnahmemedium stattfinden. Hier ist die Arbeit mit der Bandmaschine gefragt, was die Simulation einer authentischen Aufnahme weiter verstärkt. Falls klangliche Veränderungen vorzunehmen sind, so kann Kompression/Limitierung und Entzerrung bei der Überspielung auf die DAW geschehen. Durch die monophone Aufnahme müssen klangliche und räumliche Unterschiede rein akustisch geschaffen werden und analog zu den Abbildungen in den Manuals der ersten RCA Mikrofone über die Aufstellung der Musiker im Raum erfolgen.²⁰²

5.1.2 Produktion mit Devils & Söhne

Die Band

Die Band Devils & Söhne wurde im Jahr 1999 von Stefan Brodbeck gegründet und widmet sich voll und ganz der Neuinterpretation und Komposition von Hillbilly und Western Swing Stücken aus der Ära der 1940er und 1950er Jahre. Die aktuelle Besetzung besteht aus Annie Leopardo (Gesang), Steve McBread (Gitarre, Gesang), H.P. Jackson (Kontrabass), F.A. Miller (Lap Steel, Banjo, Mandoline), Ewe (Fiddle) und Bende (Schlagzeug). Die Band hat bereits vier CDs veröffentlicht und war bisher mit



Abb. 65: Devils & Söhne (2007)

²⁰² S. Anhang 7.7.5

den Ergebnissen, im Sinne der Authentizität nie zufrieden. Die Tatsache, dass bei den vorherigen CDs stets im Overdub und in getrennten Kabinen eingespielt wurde, blieb negativ im Gedächtnis, aber auch die zu sauberen und transparenten klanglichen Ergebnisse.

Die Aufnahmen



HÖRBEISPIEL

01 – Devils & Söhne – My Cherie DAW Version

02 – Devils & Söhne – My Cherie Analog Distorted Version



Für die monophone Aufnahme der Band wurde das älteste und wohl bekannteste Mikrofon des Studios, RCA 44-A gewählt, das mit seiner Charakteristik einen großen Spielraum für die klanglich sinnvolle Aufstellung der Musiker bietet. Als Vorverstärker kam der Universal Audio LA-610 MKII zum Einsatz, wobei hier die Gainregelung auf +10 dB gestellt war und durch die damit verringerte Gegenkopplung zu einem verstärkten Klirrverhalten führte. Der integrierte optische Kompressor wurde sanft mit einer Pegelreduktion von 2-3 dB genutzt, um bereits beim Abhören eine Vorstellung vom Endprodukt zu bekommen. Da die Bandmaschine unglücklicherweise während der ersten Aufnahme einen Netzteilsschaden erlitt und aufgrund starker Gleichlaufschwankungen nicht eingesetzt werden konnte, wurde direkt auf die angeschlossene DAW mit Cubase 5 aufgenommen. Dieser Umstand war für die Musiker weniger bedeutend, als für mich, da die Aufnahmesituation mit dem einzelnen Mikrofon bereits eine große Wirkung auf die Atmosphäre im Aufnahmerraum ausübte.



Abb. 66: Sicht aus der Regie (links), Gelassene Stimmung zwischen den Takes (rechts)

So wurden die Musiker zu aller erst der Priorität nach um das Mikrofon verteilt, so dass beide Gesänge auf 0° bzw. 180° der Einsprechrichtung des Mikrofons positioniert wurden und der Schlagzeuger und der Lap-Steel Verstärker eher im Bereich von 90°, also der unempfindlichsten Seite des Mikrofons standen.

Durch diese Positionierung wurden die jeweiligen Instrumente nicht nur leiser, denn der diffuse Anteil der vom Raum auf die Mikrofonmembran zurückgeworfen wird, ist klanglich weicher und nimmt beiden Instrumente die bekannte Schärfe im Klang. So kann die Lap-Steel Gitarre als Klangteppich in den Strophen die Harmonien unterstützen, bei Soli wirkt das Instrument jedoch niemals scharf und kann verhältnismäßig laut im Raum gespielt werden. Da der Kontrabass akustisch keinen hohen Schalldruckpegel erzeugt, wurde dieser ähnlich nah wie die Stimme am Mikrofon positioniert. Damit von diesem mehr tonale Anteile und weniger Griff- und Slapgeräusche aufgenommen werden, wurde das Mikrofon weiterhin etwas in der Höhe abgesenkt. Für die Violine, welche oft die Lead-Parts neben den Stimmen übernimmt, wurde ein Ort neben der weiblichen Sängerin Annie gefunden, an dem genügend Spielraum vorhanden ist, um bei Strophenbegleitungen oder Einwüfen weiter weg und bei den Soli einen Schritt vortreten zu können.²⁰³ Die erste Akustikgitarre, die Steve spielte, stellte ein



Abb. 67: Ewe vor dem RCA 44A

klangliches Problem dar, das aufgrund der Mikrofonierung später nicht mehr gelöst werden könnte. Der Klang der Gitarre war auch in einer Entfernung von ca. 1 m vom Mikrofon stark wummernd und das in einem Frequenzbereich, in dem Kontrabass und Lap-Steel bereits sehr dominant waren. Aus diesem Grund wurde die Akustikgitarre zugunsten des gesamten klanglichen Zusammenspiels durch eine etwas dünner klingende getauscht. Diese bot aber letztendlich immer noch genügend Lautstärke und klangliche Fülle, um in den Strophen und Refrains rhythmisch zu begleiten. Da Steve gleichzeitig die Gitarre spielt und singt, musste der Pegel

²⁰³ Dies ist in der Abbildung des Aufbaus durch ein transparentes Symbol angedeutet.

auch hier durch ein Ausweichen der 180° Achse und eine größere Entfernung aus-
tariert werden.

Beim ersten eingespielten Titel „My Cherie“ ergab sich ein Abstand von ca. 1,5 m
vom Mikrofon für die Vocals als beste Lösung, da diese hier in den Gesamtsound
eingebettet werden, ohne aufdringlich zu wirken und somit das Tempo des Stückes



Abb. 68: F.A. mit Tonemaster
Lap-Steel (1930) und Ampeg
Verstärker

zu bremsen. Diese Entfernung und die Positionierung
der weiteren Instrumente wurden gemeinsam mit der
Band nach dem Abhören der Klangbeispiele für optimal
befunden und als Grundlage gewählt. Durch die ver-
schiedenen Entfernungen ergab sich eine Tiefenstaffe-
lung, die klanglich und im Bezug auf den Diffusanteil be-
reits nach einem in sich geschlossenen Ensemble klang,
das in einem Raum zusammen musiziert. Während „My
Cherie“ völlig ohne artifizien Hall auskam, begrüßte

die Band beim zweiten Titel „It don't hurt anymore“ meinen Vorschlag, hier mit
einem dezenten Slapback Echo die Stimme etwas mehr von der Band abzusetzen
und dadurch den schwebenden Charakter des Gesangs zu verstärken.²⁰⁴ Darüber
hinaus wurde bei diesem Stück die Sängerin Annie näher ans Mikrofon gestellt, so
dass ihr Gesang durch den eintretenden Nahbe-
sprechungseffekt voller klang.²⁰⁵ Bei diesem Stück
wurde mit einem Kopfhörer für das Monitoring
gearbeitet, um Intonationsschwierigkeiten zu
vermeiden. Um dem ruhigen Charakter dieses
Stücks gerecht zu werden, wurde die Snaredrum
von einer 8“ Tiefe zu einer 5,5“ Tiefe gewechselt,
was die Lautstärke und Klangfülle etwas verrin-
gerte. Als problematisch bei den Aufnahmen er-
wies sich der Boden des Studioraumes, der durch
einen Hohlraum beim gelegentlichen Stampfen
der Musiker zu einem tieffrequenten Rumpeln im



Abb. 69: Schlagzeuger Bende mit der
14“/ 8“ Ludwig Snaredrum

²⁰⁴ Hier kam das Bandocho Dynacord Miniecho zum Einsatz.

²⁰⁵ Auch diese Position ist durch das transparente Symbol der Sängerin angedeutet.

Subbassbereich angeregt wird. Hier halfen nur wiederholte Hinweise darauf, dass dieser Frequenzbereich eigentlich für den Kontrabass reserviert ist.

Die Postproduktion

Die Nachbearbeitung wurde weitgehend vor Ort fertig gestellt, so dass direktes Feedback der Musiker



Abb. 70: Berlant Concertone Röhrenpreamp

einzuholen möglich war. So wurden in der DAW klangliche Veränderungen und leichte Kompression mit Plugins der Firma Universal Audio unternommen. Zusätzlich wurde mit dem Freeware Tool Tal-Tube von Togu Audio Line der Klirranteil bis hin zu hörbaren Verzerrungen erhöht, so dass der Klangeindruck einer originalen und alten Aufnahme erreicht wurde. Parallel dazu wurde die Aufnahme über



Abb. 71: Die Regie des Black Shack Studios

den bis dahin aus den USA importierten Berlant Concertone Röhrenvorverstärker geleitet und angezerrt, woraus sich jeweils eine zweite Version der beiden aufgenommenen Stücke ergab. Interessant wäre es sicher gewesen das Zusammenspiel der eingesetzten Techniken mit dem Handling und dem Klang der Bandmaschine zu kombinieren, aber das Gerät war wie bereits erwähnt aufgrund eines Defektes nicht für die Aufnahmen verfügbar.



HÖRBEISPIEL

03 – Devils & Söhne – It don't hurt anymore DAW Version



04 – Devils & Söhne – It don't hurt anymore Analog Distorted Version

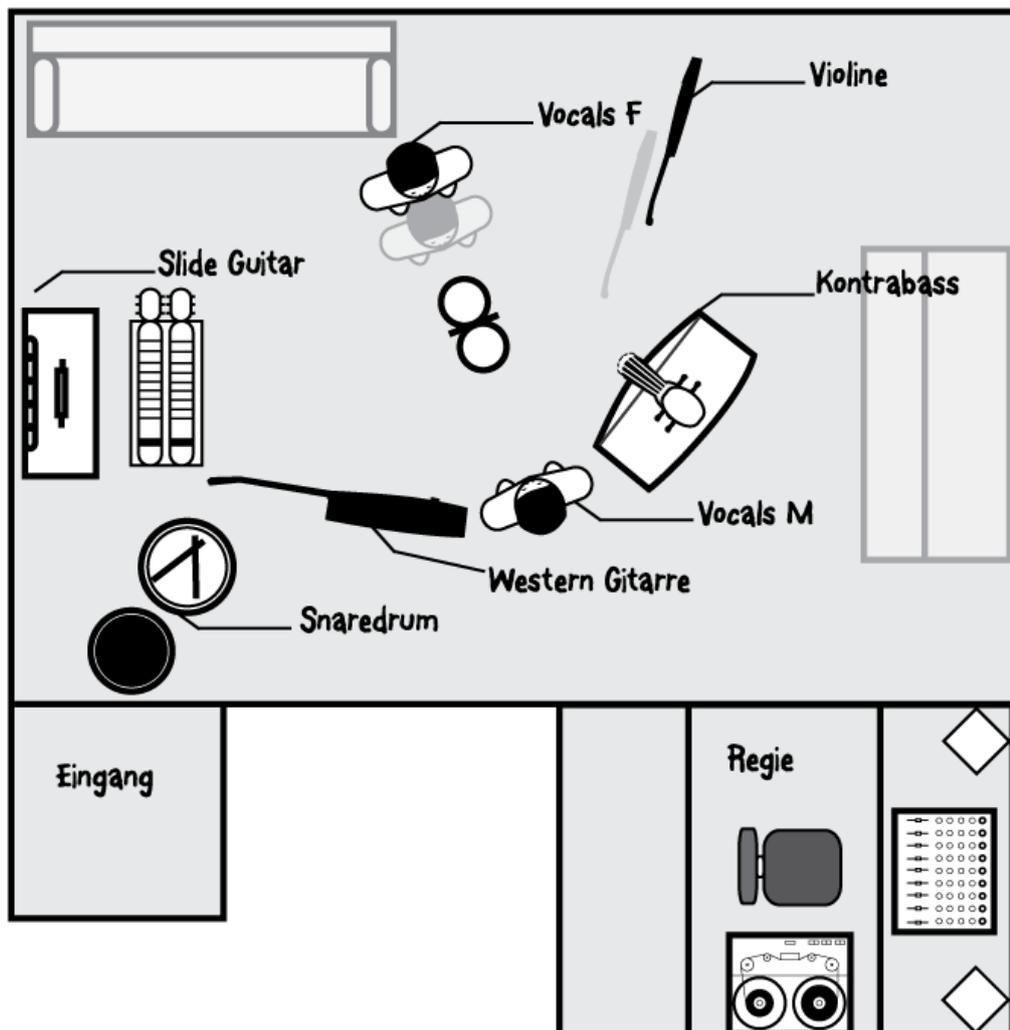


Abb. 72: Aufbau für die Aufnahmen mit Devils & Söhne

5.2 Workflow 2

5.2.1 Spezielle Anforderungen von Rockabilly / R&B

Workflow 2 ist für kleine bis mittlere Besetzungen von 3-4 Musiker gedacht, die wenn möglich ohne Schlagzeug einspielen. In jedem Fall ist hier große Disziplin bei der Lautstärke der einzelnen Musiker gefragt, die sich bewusst sein müssen, dass die Pegelverhältnisse im Raum entscheidenden Einfluss auf die späteren Ergebnisse üben. So ist der Schlagzeuger, falls vorhanden, darauf hinzuweisen, dass er möglichst filigran zu spielen hat, da ansonsten das Übersprechen bei der gegebenen Raumgröße zu sehr ansteigt. Was das Monitoring angeht können zwei unabhängige Kopfhörermischungen angeboten werden, es ist jedoch für die Balance der Musiker im Raum besser, darauf zu verzichten. Die Mikrofonierung wird hier bereits, ganz im Sinne der Sun Records Studios mehrfach vorgenommen, sodass für jedes Instrument ein passendes Mikrofon und Vorverstärker eingesetzt und beim gesamten Klangergebnis eine größere Fülle erreicht werden kann.

Die Entfernungen der Einzelmikrofone von den Instrumenten und Verstärkern sind im Gegensatz zur heutzutage sehr verbreiteten Close-Up Positionierung in einem Abstand von 20 bis 50 cm vorzunehmen. Dies ist einerseits aufgrund des starken Nahbesprechungseffekt der Bändchenmikrofone nötig, um einen ausgewogenen Klang zu erreichen und spiegelt andererseits die Arbeitsweise der damaligen Tonmeister wieder, bei der das Übersprechen zum Erreichen eines stimmigen und runderen Produktionsergebnis genutzt wurden. Falls die akustische Trennung jedoch erwünscht oder erforderlich ist, können die hierfür gebauten Gobos²⁰⁶ aufgestellt werden. Die Summierung der Einzelkanäle erfolgt direkt über das Mischpult, die Aufnahme erfolgt entweder gruppiert auf die zwei Kanäle der Bandmaschine oder aber als fertiger Mix. Diese Aufnahme wird in einem weiteren Schritt über die analogen Geräte in Dynamik, Klang und Räumlichkeit bearbeitet, so dass diese wieder für die Erstellung der Pre-Master CD auf die DAW überspielt werden kann.

²⁰⁶ Als Gobos werden aufstellbare Trennwände bezeichnet, die mit akustisch wirksamen Dämmstoffen gefüllt sind und im Bereich der Höhen und oberen Mitten das Übersprechen der Instrumente verringern.

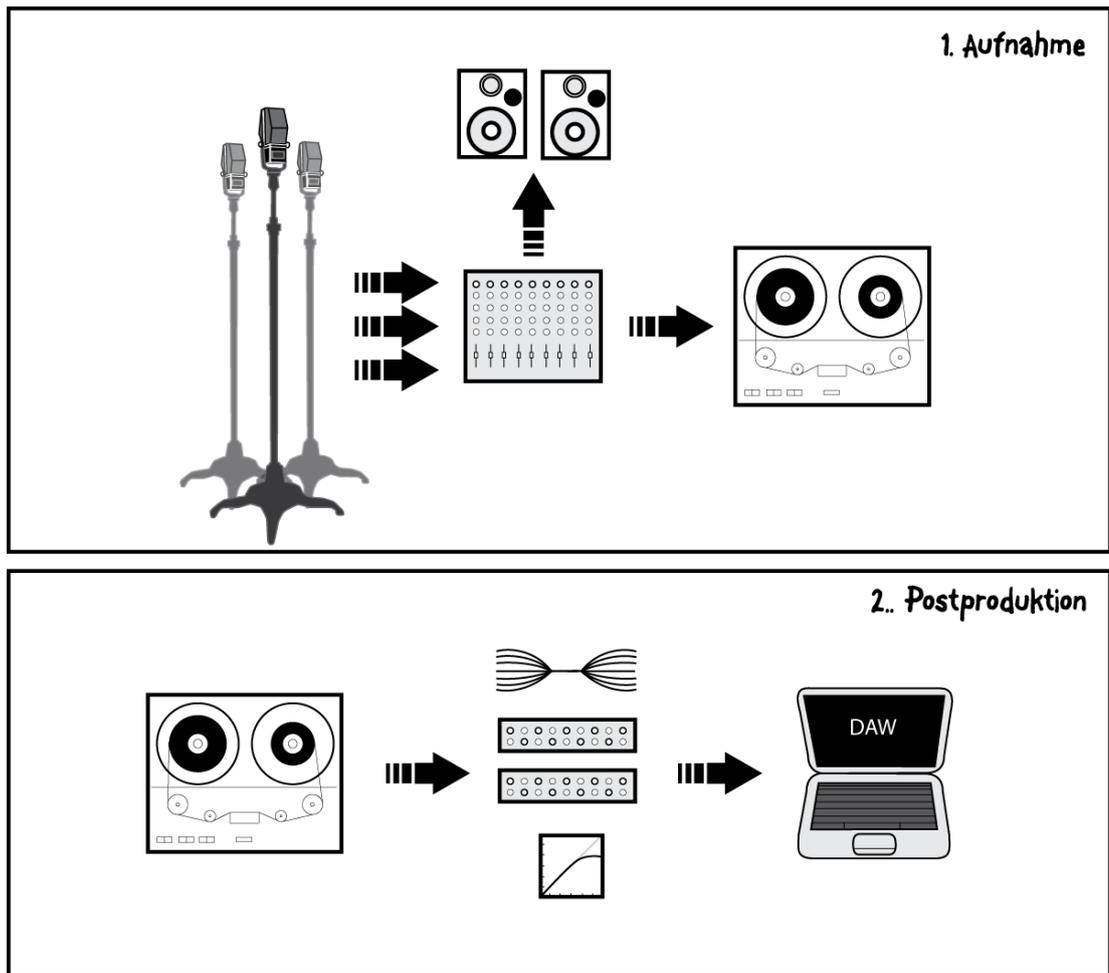


Abb. 73: Ablauf des Workflows für kleine Ensembles und Musik der 40er bis 50er Jahre

5.2.2 Produktion mit The Lonesome Drifters

Die Band

Die Lonesome Drifters bestehen erst seit dem Jahr 2008, haben sich aber durch ihre überzeugenden Live-Performances und ihr außergewöhnliches Repertoire bereits einen hohen Status in der nationalen Szene erspielt. Die Mitglieder der Band sind Stefan (Akustikgitarre, Gesang), Silvio (E-Gitarre, Gesang), Joe (Kontrabass), allesamt zwischen 20 und 26 Jahren alt. Stilistisch gesehen ist die Band im Bereich authentischer Rockabilly Trios aus den Fünfziger Jahren anzusiedeln, ganz im Sinne von Johnny Cash & The Tennessee Two oder



Abb. 74: The Lonesome Drifters (2009)

Elvis Presley mit Bill Black und Scotty Moore.

Die Aufnahmen



HÖRBEISPIEL

05 – The Lonesome Drifters – Lonesome Train Dist. Version
07 – The Lonesome Drifters – Lonesome Train DAW Version

CD 2

Bei der Aufnahme spielte Silvio eine De Armond Starfire Special E-Gitarre mit Alnico 2k Single Coil Tonabnehmern. Er benutzte den Fender Blues Deville Verstärker des Studios, dieser wurde mit dem RCA 44-A Bändchenmikrofon in ca. 30 cm Abstand aufgenommen. Damit der Verstärker seinen obertonreichen Klang entfalten kann, muss er aufgrund seiner hohen Leistung entsprechend laut eingestellt werden, was den Einsatz eines Gobos vor dem Verstärker bedingte. Dies sorgte auch für einen klareren Gitarrensound, da dieser nicht mehr in so starker Form auf das Gesangsmikrofon übersprach. Sänger Stefan spielte während dem Singen eine Lakewood Akustik Gitarre. Als Gesangsmikrofon wurde das RCA 77-DX in der Stellung *Unidirectional* bzw. in



Abb. 75: The Lonesome Drifters im Aufnahmerraum

Nierencharakteristik²⁰⁷ und als Stütze für die Akustikgitarre ein Neumann KM84i Mikrofon benutzt. Das KM84i wurde bereits öfter von mir für die Abnahme an der Akustikgitarre eingesetzt und zeichnet sich durch eine gute Transientenwiedergabe und einen nicht zu spitzen Höhenfrequenzgang aus. Der Kontrabassist Joe spielt, wie es oft der Fall ist, einen günstigen Einsteigerbass mit Fertigungsort in Fernost. Der Bass wurde jedoch neu für das Slap-Spiel eingestellt und es wurden nylonumspannte Presto Stahlsaiten aufgespannt, die einen angenehmen Slap- und Grundton, aber keine so schwache Spannung, wie z.B. Darmsaiten auf-

²⁰⁷ Durch die rückseitige Ausblendung kann der Direktschall des dahinter befindlichen Gitarrenverstärkers geringer auf das Gesangsmikrofon übersprechen.

weisen. An dem Bass waren zwei Piezo-Tonabnehmer installiert, wobei einer im Steg für die Abnahme des Tones und einer unter dem Hals für die Abnahme des Slaps zuständig war. Aufgenommen wurde lediglich der Slap-Tonabnehmer, da das Röhrenmikrofon AAM CM47/67 in der Höhe des Stegs aufgestellt wurde und somit genügend tonale Anteile lieferte. Als Vorverstärker für Slap-Tonabnehmer und Akustikgitarre wurde der Behringer T1953 mit Warmth Regler auf Maximum gewählt. Das Kontrabass- und E-Gitarrenmikrofon wurde mit dem Siemens V276a verstärkt und für die Stimme wurde das Universal Audio LA-610 MKII Gerät verwendet. Das Gerät wurde mit geringst-möglicher Gegenkopplung und einer Höhenanhebung von 1,5 dB bei 16 kHz betrieben. Der eingebaute Kompressor wurde mit einer Pegelreduktion von 2-3 dB eingesetzt. Zusätzlich kam der Electro Harmonix MemoryMan zum Einsatz, der als Slapback-Echo einen passenden Effekt für die Stimme lieferte und bei leichter Übersteuerung einen crunchigen Delaysound hervorbrachte.



Abb. 76: Stefan mit dem RCA 77-DX und dem Neumann KM84i

Auch bei dieser Aufnahme konnte die Bandmaschine aufgrund des defekten Netzteils nicht eingesetzt werden. Um dennoch die Arbeitsweise beizubehalten, wurden die Einzelspuren über das Analogmischpult summiert und als Stereospur auf die DAW aufgezeichnet. Dies hat den offensichtlichen Nachteil, dass spätere Editiermöglichkeiten minimal sind, bringt aber den Vorteil mit sich, dass die Musiker auf diese Weise mit höher Konzentration an die Aufnahmen

rangehen. Auch für mich als Engineer stellte dies eine große Herausforderung dar, die mich an Erfahrungen aus dem Bühnenalltag als FOH erinnerte. Aus dieser Sicht stellte diese Wahl eine willkommene Übung im Bezug auf spätere Aufnahmen für mich dar, die auch direkt summiert, jedoch aber auf Band aufgezeichnet werden sollen. Ein weiterer Aspekt bei sogenannten Direct to 2-Track Aufnahmen ist die Verbindung zwischen Engineer und Band, wobei der Engineer hier durch die Live-Automatiken stärker in den Entstehungsprozess eingebunden wird und quasi als weiteres Bandmitglied agiert. Dies erhöht jedoch auch die Verantwortung, da jeder Arbeitsschritt als entscheidend für die Qualität des späteren Endprodukts sein kann.

Obwohl große Teile der originalen Rockabilly LPs auf diese Weise aufgenommen wurden, ist es in der heutigen Zeit nicht selbstverständlich, dass Musik, die dem damaligen Ideal nacheifert mit entsprechender Technik und auf entsprechende Weise aufgenommen wird. Dadurch, dass die Musiker jedoch meist nicht nur musikalisch in die 50er Jahre eintauchen, sondern auch ihren Lebensstil daran orientieren, werden solch vergangene Aufnahmetechniken gerne akzeptiert, wenn nicht sogar vorausgesetzt. Bei der Aufnahme gab es dennoch Punkte, an denen den Musikern erklärt werden musste, dass spätere Pegel- oder Klangveränderungen der einzelnen Musiksignale nicht möglich sein werden und die Einstellung in diesem Moment final ist.



Abb. 77: Ein kurzer Plausch zwischen den Aufnahmen

Die Postproduktion

Da bei der Aufnahme keine Geräte zur Verfügung standen, die das gewünschte klangliche Endergebnis lieferten, musste in der Postproduktion intensiv mit der DAW und Plugins gearbeitet werden. Für die Simulation von Röhrenequipment und Bandmaschine wurde die Softwareversion des Empirical Labs EL7 Fatso eingesetzt. Dieses Werkzeug erlaubt die unabhängige Regelung verschiedener Parameter, wie z.B. dynamische Höhenabsenkungen, Soft Clipping zur Glättung der Transienten, eine dezente Buskompression mit 2:1 Ratio, Soft Knee und eine Simulation von Ein- und Ausgangsübertragern, welche Obertöne im Bassbereich hinzufügt.



Abb. 78: Empirical Labs EL7 Fatso Sr. als VST-Plugin für die UAD Dsp-Karte.

Im Endeffekt eine Vielzahl von Einstellmöglichkeiten, die bei gemäßigttem Einsatz durchaus als Ersatz für Analogequipment dienen können. Als weniger flexible Alternative kann das Plugin Tal-Tube von Togu Audio Line genannt werden, das sich lediglich zur Verzerrung eignet. Bei einem Vergleich mit einer FFT-Analyse wurde festgestellt, dass das Fatso Plugin dominante k_3 und k_5 Klirrfaktoren aufweist, während mit dem Tal-Tube Plugin zwischen k_2 , k_3 und deren Vielfachen gewählt und kombiniert werden kann.



Abb. 79: Togu Audio Line – Tal Tube als natives VST-Plugin

Im Vergleich zum Fatso Plugin klingen bei Tal Tube die Obertöne mit steigender Frequenz nicht ab und es ergibt sich ein etwas harscher Klang in den Höhen. Zusätzlich zu der komplett digital nachbearbeiteten Version wurde eine Version erstellt, die als Monosignal in den Berlant Concertone Triodenröhrenverstärker geleitet und damit leicht angezerrt wurde. Hier gab es jedoch das Manko, dass die Verzerrung im Nachhinein nicht mehr auf die Stimme allein angewandt werden konnte und das Signal der Akustikgitarre und die Bassfrequenzen stets unterschwellig zu zerren anfangen, ohne, dass die Stimme zerrte.



HÖRBEISPIEL

09 – The Lonesome Drifters – I'm Out Digit. Dist. Version

10 – The Lonesome Drifters – I'm Out Analog Distorted Version



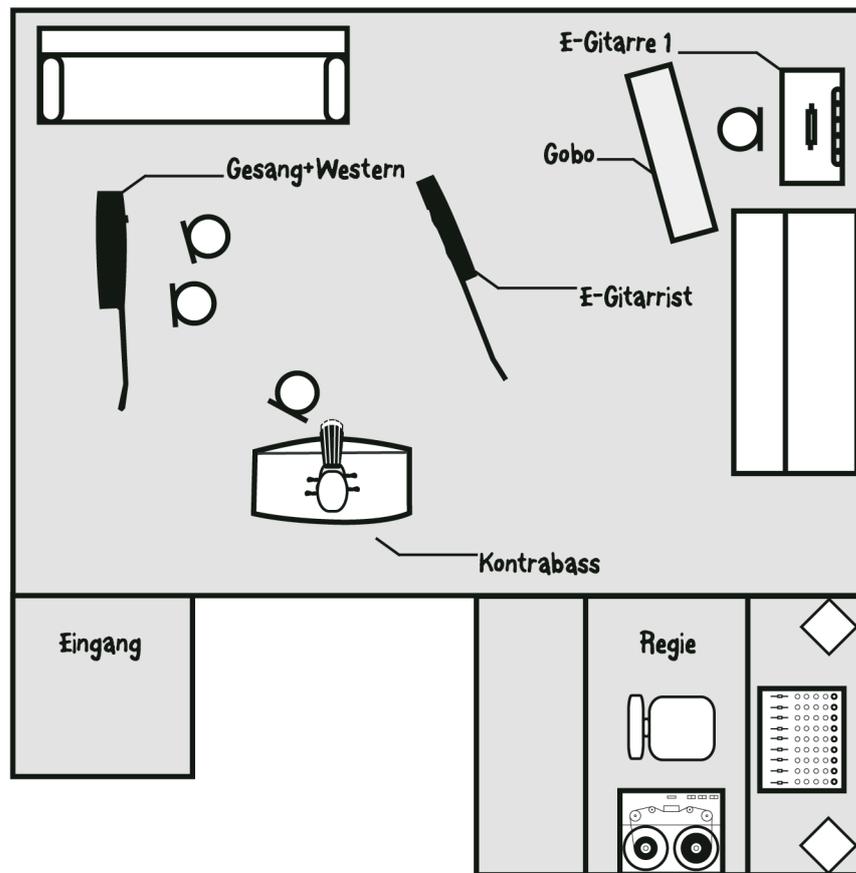


Abb. 80: Aufbau für die Aufnahmen mit The Lonesome Drifters

5.3 Workflow 3

5.3.1 Spezielle Anforderungen von Modern Rockabilly

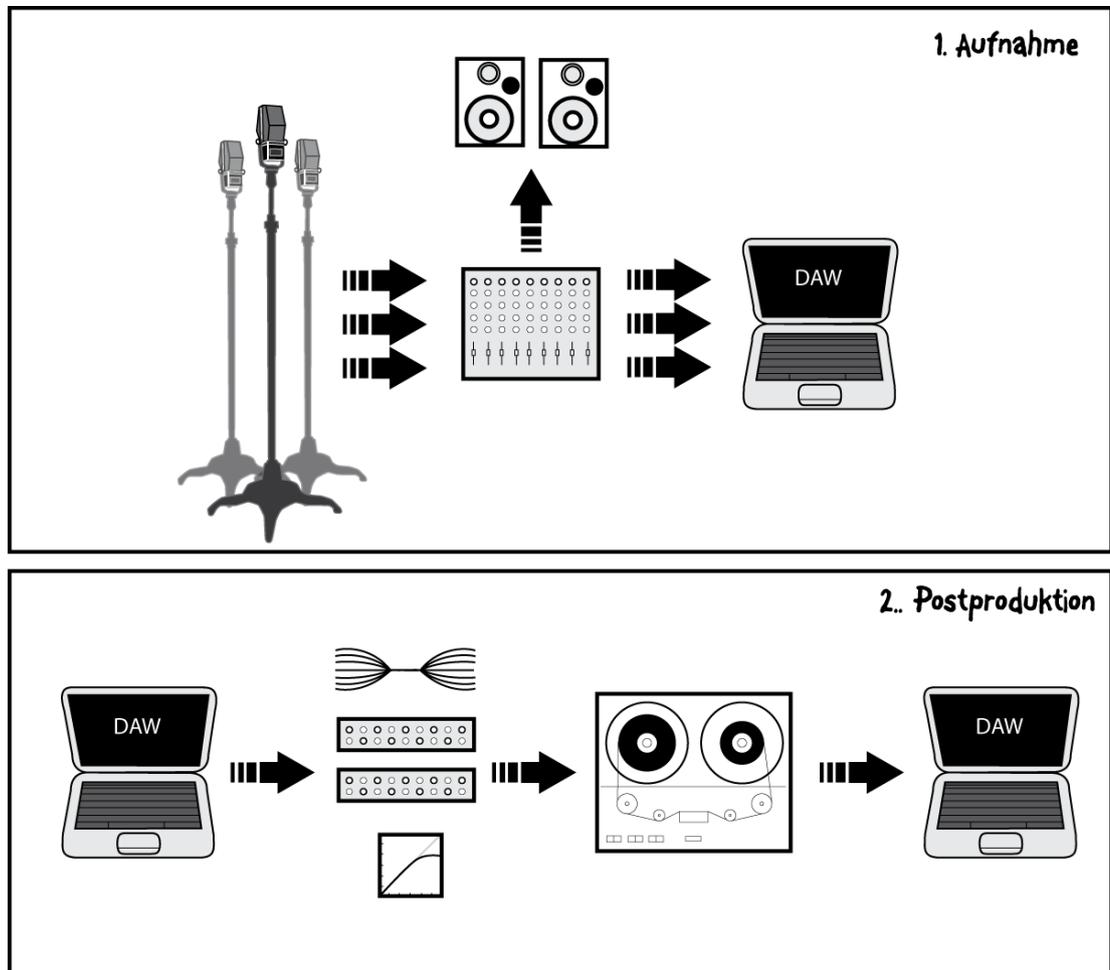


Abb. 81: Ablauf des Workflows für mittlere und laute Ensembles bei Musik der 50er bis 60er Jahre

Workflow Nummer 3 ist für Besetzungen gedacht, bei denen spätere Overdubs und Editierungen sehr wahrscheinlich sind, da der Sound der Bands sich eher an den 60er Jahren orientiert. So kommt es, dass diese Bands meist im modernen Sinne auf dem Schlagzeugbeat aufbauen und Kontrabass / evtl. E-Bass hier eine untergeordnete Rolle spielen. Die Instrumente werden einzeln mikrofoniert, aber im Vergleich zu Workflow 2 auch mehrkanalig aufgezeichnet, sodass die geforderte Flexibilität gegeben ist. Die Mischung und große Teile des Arrangements können hier, wie bei modernen Produktionen auf digitaler Basis erfolgen. Auch die zeitliche Komponente kann bei solchen Produktionen entzerrt werden, so dass nicht alle Musiker zur selben Zeit einspielen müssen. Eine spätere Bearbeitung durch Analogequipment, die Überspielung auf Bandmaterial und erneute Aufnahme auf die

DAW stellt letztendlich die letzte Komponente dar, die den gewünschten Klang einer Bandaufnahme bringt, ob clean aufgezeichnet oder stark übersteuert.

5.3.2 Produktion mit The Fenders 55

Die Band

Die Band The Fenders 55 wurde im Jahr 2007 gegründet und formiert sich um Gitarrist und Lead Sänger Jens, Lead-Gitarrist Martin, Bassist Johnny und Schlagzeuger Bende. Die Band spielt zwar vie-



Abb. 82: The Fenders 55 Logo

le Klassiker der Fünfziger Jahre und hat einen klaren Bezug zu den Wurzeln des Rockabilly, ihre Interpretationen sind jedoch meist wild, laut und schnell, sodass sie weniger als authentisches Rockabilly Ensemble bezeichnet werden kann.

Die Aufnahmen



HÖRBEISPIEL

14 – The Fenders 55 – Cool Cat Racer

15 – The Fenders 55 – Never Again



Für die Aufnahmen mit den Fenders 55 musste eine geschickte Platzteinteilung im Raum erfolgen, damit sich ein geringes Übersprechen zwischen den Instrumenten ergab, aber dennoch eine produktive Atmosphäre und Blickkontakt zwischen den Musikern gewährleistet werden konnten. Das verwendete Drumkit war ein original 60er Jahre Kit vom deutschen Hersteller Tromsa, in Kombination mit einer Ludwig Snaredrum. Das Kit wurde monophon mit dem RCA 77-DX in Nierencharakteristik aufgenommen. Das Mikrofon wurde so positioniert, dass sich durch die Entfernung und die Ausrichtung ein ausgewogenes Verhältnis der Einzelsignale des Schlagzeugs ergab. Zusätzlich wurde die Bassdrum mit einem modernen Bassdrum-Mikrofon D6 des Herstellers Audix gestützt. Um die Lautstärke des Kits im Raum herabzusetzen wurde ein Gobo quer davor aufgebaut. Die beiden Gitarrenverstärker wurden jeweils parallel mit einem Beyerdynamic M160 Bändchenmikrofon und einem Shure 545S Unidyne III aufgenommen. Bei Phasengleichheit kann durch die Kombination dieser beiden unterschiedlichen Klangcharak-

teristiken der gewünschte Sound später eingestellt werden. Jens spielte als Rhythmusgitarrist zwei verschiedene halbakustische Modelle von Gretsch und De Armond, Martin spielte eine ESP Stratocaster. Der Bassist spielte beim ersten Titel einen Fender Jazzbass, erst beim zweiten Stück wurde auf den Kontrabass umgebaut.



Abb. 83: Das RCA 77-DX als Mono-Overhead

Der E-Bass wurde der Einfachheit halber lediglich per DI aufgenommen. Für die Orientierung sang Jens während der Aufnahme der Basic-Tracks stets in ein Shure SM7B Mikrofon mit, das für eine gute Ausblendung der Instrumente im Raum sorgte. Später wurden seine Vocals mit dem AAM CM47/67 Mikrofon beim Titel *Cool Cat Racer* und mit dem RCA 44-A bei *Never Again* als Overdub darüber aufgenommen. Beim Titel *Cool Cat Racer* wurde alternativ das Harp Mikrofon mit Kohlekapsel probiert, das aber durch den nasalen Klang zu stereotyp trashig klang und wofür der Song auch ein anderer hätte sein müssen. Für Jens, Schlagzeuger Bende und Bassist Johnny wurden Kopfhörermixes zur Verfügung gestellt, der Lead-Gitarrist spielte lediglich beim zweiten Stück direkt bei den Basic Tracks mit und konnte dabei wegen der Nähe zu den Mitmusikern auf das Monitoring verzichten. Auch das Schlagzeugmikrofon wurde beim zweiten Titel *Never Again* zum RCA 44-A gewechselt, welches eine hörbare Reduktion der Transienten vornimmt und somit besser zum Song passte. Der Umbau auf den Kontrabass hätte eigentlich aufgrund



Abb. 84: Das Advanced Audio CM47/67 vor dem Bass

meiner Erfahrungen von den vorherigen Aufnahmen kein Problem darstellen dürfen, das Problem befand sich jedoch in diesem Fall vor dem Mikrofon. Der Bass hatte bei einem der letzten Auftritte einen Halsriss erlitten, wodurch sich die Saitenlage stark verzogen hatte und das Instrument letztendlich unspielbar wurde. So wurde kurzerhand der Studiobass, der auch schon bei den Aufnahmen der Devils & Söhne genutzt wurde angeboten und eingesetzt. Die Mikrofonierung wurde entsprechend der letzten Aufnahmen auch mit dem Röh-

renmikrofon AAM CM47/67 vorgenommen. Für die Vocals kam bei beiden Stücken das Dynacord Bandecho zum Einsatz, was für den späteren Mix verfügbar sein sollte und als separate Spur aufgenommen wurde.

Aufbau für die Aufnahmen mit THE FENDERS 55

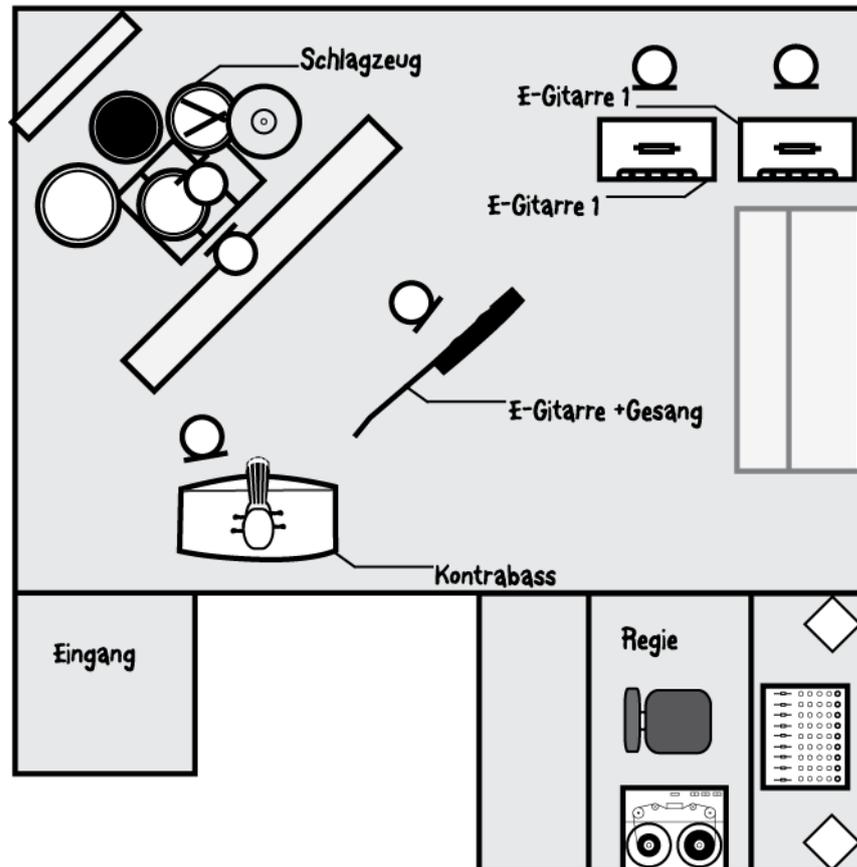


Abb. 85: Aufbau für die Aufnahmen mit The Fenders 55

Die Postproduktion

Bei dieser Produktion kam als einzige eine digitale Mischung im modernen Sinne zum Einsatz. Hierfür wurden die Einzelkanäle entsprechend ihrer Rolle bei dem jeweiligen Stück entzerrt, leicht komprimiert und mit Raumanteilen versehen. Da zu diesem Zeitpunkt die analogen Halleffekte noch nicht fertig gestellt waren, wurde mit den EMT 140 und 250 Emulationen von Universal Audio gearbeitet. Entscheidend für die Durchsetzungskraft der Stimme im Mix war hier die Überspielung auf den Berlant Concertone Röhrenverstärker und eine hörbare Verzerrung dieser, so dass sich durch die gewonnen Obertöne eine Präsenz ergab, die man von klassischen Rock'n'Roll und Rockabilly Stücken kennt. Erstaunlich war,

dass sich der dumpfe Klang des RCA 44-A am Schlagzeug erst durch eine starke Höhenanhebung zu dem entwickelte, was beim Song *Never Again* als angemessen erschien. Im Vergleich zu meinen Erfahrungen mit Kondensatormikrofonen als Overheads konnte man in diesem Fall bis zu 15 dB bei 10 kHz mit einem Helios 69 EQ Plugin anheben, ohne dass der Klang bröselig oder harsch wurde. Hier wurde auch die Software Version des SPL Transient Designer eingesetzt, um die Impulse des Schlagzeugs weiter zu betonen, so dass sich im Zusammenspiel mit dem EMT 140 Hall ein knallender Rhythmus ergab. Die Gitarren wurden lediglich etwas im Bassbereich von 100 bis 300 Hz ausgedünnt, damit in diesem Frequenzbereich der E-Bass genügend Spielraum hat. Aufgrund leichter Intonationsschwierigkeiten beim Kontrabass wurde das Programm Melodyne von Celemony zur Tonhöhenkorrektur eingesetzt. Da das E-Bass Signal über eine DI-Box aufgenommen wurde, fehlten die typischen Klangfärbungen, die beim Zusammenspiel von Pickup Impedanz und Eingangswiderstand des Verstärkers entstehen, ebenso wie das Klirrvverhalten und die Resonanzen des Verstärkers. Aus diesem Grund wurde dies mit einem Plugin zur Ampsimulation in Cubase nachempfunden.

6 Fazit

Der Gesamtverlauf des Projekts *Black Shack Studio* hat gezeigt, dass für eine authentische Produktion von Bands die Musikstile der 1940er bis 1960er Jahren praktizieren, moderne Klangästhetiken und Arbeitsweisen nur bedingt geeignet sind. So kommt es, dass die Hörerfahrung, das musikgeschichtliche Wissen, das musikalische Verständnis, die Atmosphäre bei der Aufnahme und schließlich auch die technische Ausstattung großen Einfluss auf das Endergebnis ausüben.

Im theoretischen Teil der Arbeit wurden fundamentale Bestandteile einer authentischen Rockabilly-Produktion, wie die Instrumentierung, die Arbeitsweise und die Tonstudioteknik erläutert. Die vollständige Ausstattung des Tonstudios und die anschließende Inbetriebnahme stellte die größte Herausforderung für mich dar, da hier schließlich alle Aspekte der tonmeisterlichen Arbeit zum Einsatz kamen. Die Planung und Auswahl der Hardware für das Studio zog intensive Recherchearbeiten nach sich, die jedoch im Nachhinein nötig waren, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Die Herstellung von Netzteilen und das Racking der Rundfunkmodule in DIY-Manier war geprägt von vielen dunklen Stunden in der Kellerwerkstatt, aber die Ergebnisse rechtfertigten letztendlich den hohen Arbeitsaufwand. Die wichtigste Erfahrung stellten die Aufnahmen mit Bands verschiedener Unterarten des Rock'n'Rolls dar. Hier konnte direkt Feedback der Künstler eingeholt und somit abgeschätzt werden, ob die Pläne des Studios realistisch oder zu idealistisch angesetzt waren. Glücklicherweise äußerten sich alle eingeladenen Bands und Musiker sehr angetan über die Grundidee des Studios und akzeptierten Einschränkungen im Vergleich zu modernen Produktionsmethoden auf eine selbstverständliche Art und Weise. Gerade das originale, alte Aufnahmeequipment und die spezielle Herangehensweise an die Aufnahmen übten eine besondere Faszination auf die Musiker aus, die sicherlich mit der Leidenschaft für Vintage Autos, Kleidung und LPs zu vergleichen ist.

Die angedachte Verbindung von Digitaltechnik und Vintage-Equipment funktionierte auf eine sehr produktive Weise, da ich durch meine vorherigen Erfahrungen

mit den zahlreichen Plugins ahnen konnte war, an welcher Stelle diese ohne klangliche Einbußen eingesetzt werden konnten.

Ausblick

In technischer Hinsicht sind weitere Verbesserungen beim Erdungskonzept der Vorverstärkermodule geplant, wo mit RC-Gliedern anstelle eines Soft Ground Lifts via Widerstand, eine frequenzabhängige Reduktion der Einstreuungen erfolgen soll. Weiterhin sollen Lochblechgehäuse um die Netzteile im Sinne eines Faraday'schen Käfigs, die klanglichen Einflüsse der Netzteile weiter minimieren.

Nach der Reparatur der Revox Bandmaschine soll das Gerät als hochwertiges Bandecho eingesetzt werden, da der Kauf einer *AEG Magnetophon M21* Maschine als nächster Schritt angesetzt ist. Die Eingangsstufen der M21 weisen einen höheren Headroom, als die der Revox Bandmaschine auf, wodurch leichter eine ausschließliche Bandsättigung erreicht werden kann.

Schließlich ist das Projekt, das im Rahmen dieser Master Thesis gestartet wurde der Beginn eines langen und erfahrungsreichen Prozesses, an dessen Ende die Verwirklichung eines eigenen Trademark Sounds steht, der zwar anpassungsfähig, modern und flexibel, aber dennoch unverwechselbar und authentisch ist. Der ständige Kontakt mit Musikern, Kollegen und der heutigen Rockabilly Kultur ist gleichzeitig Inspirationsquelle und andererseits Voraussetzung für eine ernsthafte Verfolgung dieses Zieles.

Im Anschluss an die Fertigstellung dieser Arbeit sollen die bisher schriftlichen Eindrücke von den Geburtsstätten des Blues, Rockabilly und R&B auf einer Reise durch die USA vertieft werden. Im Anschluss daran sind die ersten Auftragsproduktionen mit den Bands aus den Beispielproduktionen dieser Arbeit in Planung.

Danksagungen

Als erstes möchte ich meinen Prüfern Prof. Oliver Curdt und Prof. Jens-Helge Hergesell meinen Dank für die Betreuung meiner Arbeit und die Unterstützung des Projekts aussprechen.

Ganz besonderer Dank gilt meinem Praxisbetreuer Heiko Schulz, der mir bei jeglichen Fragen stets zur Seite stand und das Projekt von Beginn an hat wachsen sehen.

Als nächstes möchte ich Stefan Brodbeck für seinen organisatorischen und handwerklichen Einsatz im Studio danken - auch für seine hervorragenden Espressos, ohne die so manche Aufnahmesession mit geschlossenen Augen stattgefunden hätte. Von Stefan möchte ich auch auf alle Musiker kommen, die mir bei den Klangbeispielen ihr Talent zur Verfügung gestellt haben und meine Begeisterung für das Projekt teilten.

Natürlich danke ich hiermit auch meinem Vater Azad Ahmad, der mir seine Werkstatt und wertvolle Zeit beim Bau der Netzteil schenkte. Ohne seinen geschulten Blick wären Tage der Fehlersuche ergebnislos verlaufen.

Phillip Geßmann möchte ich für die Fräsung der Frontplatten danken und Christian „Skully“ Schädle für seine überaus kompetenten Hilfestellungen in elektrotechnischen Fragen.

Ein besonderer Dank gilt meiner ganzen Familie, die meine Abwesenheit über den gesamten Zeitraum der Verfassung der Arbeit geduldig ausgehalten hat.

Und letztendlich möchte ich auch meiner Freundin Tatjana Lorenz danken, dafür dass sie in schweren Zeiten für mich da war und mir jegliche Last abgenommen hat, damit ich mich voll auf die Arbeit konzentrieren konnte.

7 Quellenangaben

7.1 Literatur

Albold, Bratfisch (1987): Blues heute, Berlin: Lied der Zeit Musikverlag

Carlin, Richard (1995): The big book of country music, New York: Penguin Books

Dickreiter, Michael (1979): Handbuch der Tonstudioteknik, München: K.G. Saur Verlag KG

Dickreiter, Michael (1997): Handbuch der Tonstudioteknik, München: K.G. Saur Verlag KG

El-Nawab, Susanne (2005): Rockabillys – Rock'n'Roller – Psychobillies – Portrait einer Subkultur, Berlin: Archiv der Jugendkulturen Verlag KG

Escott, Hawkins (1992): Good Rockin' Tonight: Sun Records and the Birth of Rock 'N' Roll, USA: St. Martin's Griffin

George, Schnur (2002): R&B - die Geschichte der schwarzen Musik, Freiburg: orange-press

Jüngling, Gerd (1990) : Analoge Mischpulttechnik, Oberhausen: Studio Presse Verlag

Lemme, Helmuth (1987): Elektro-Gitarren, Stuttgart: Frech

Morrison, Craig (1998): Go Cat Go! Rockabilly Music and its makers, Urbana/Chicago: University of Illinois

Poore, Billy (1998): Rockabilly: A Forty-Year Journey, USA: Hal Leonard Corporation

Röglin, Claus (1993): Record Hops-Ducktails und Pettycoats, Oldenburg: Convent-Verlag

Röglin, Claus (1995): When music was still music, Oldenburg: Convent-Verlag

Schroeder, Heinrich (1963): Elektrische Nachrichtentechnik, Band II, Berlin: Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH

Sonnier, Jr. Austin (1994): A Guide to the Blues, Westport: Greenwood Press

Sound&Recording (2009): Ausgabe April 2009, Ulm: Musik Media Verlag

Stereoplay (1992): Grundlagen der Hifi-Technik, Stuttgart: Motor Verlag GmbH

Wyman, Havers, Hentz (2002): Blues : Geschichte, Stile, Musiker, Songs & Aufnahmen, München: Christian-Verlag

7.2 PDF Dokumente

Alle PDF Dokumente zuletzt geprüft am 27.02.2010.

AES (1989): An Afternoon with Bill Putnam

http://www.aes.org/aeshc/docs/afternoon_putnam.pdf

AKG (n.a.): Studiohallgerät BX20 Bedienungsanleitung

<http://www.akg.com/mediendatenbank2/psfile/datei/23/BX204055d1e1a05c1.pdf>

Altec Lansing (1958): 1567A Mixer Amplifier - Operating Instructions

http://danrudin.net/cgi-bin/download.pl?dir=Altec/&file=Altec_1567A.pdf

IRT (1950): Braunbuch-Beschreibung V41

<http://audio.kubarth.com/rundfunk/getfile.cgi?f=C%2C3%28V-S%28S-%23DU-U%5D%22%3CF%U%3BF%29U8V%40O36%I%3A%26%K7U8T%2C2YP9%268%60%0AIRT>

(1959) Braunbuch-Beschreibung V76

<http://audio.kubarth.com/rundfunk/getfile.cgi?f=%40%2C3%28V-S%28S-%23DU-U%5D%22%3CF%U%3BF%29U8V%40O%3D%26%B7U8W-BYP9%268%60%0A>

RCA (1955): Instructions for Polydirectional Microphone Type 77-DX

<http://www.coutant.org/rca77dx/77dxinst.pdf>

Rebhun (n.a.): The Echoplate Chamber – A decay whose time has come

<http://www.platereverb.com/literature/Ecoplate-Story.pdf>

Telefunken (1929): Beschreibung der Kondensatormikrofone ELA M 301, M 302, M 303

<http://neumann.com/download.php?download=cata0037.PDF>

Siemens (1967): Geräteanleitung des V276a

<http://audio.kubarth.com/rundfunk/getfile.cgi?f=%3F%2C3%28V-S%28S-3%2CS%2C5%5DV%2BW-I96UE%3BG-%3F%3DC%28W-BTQ%2BG%21D9%40%60%60%0A>

7.3 Internetquellen

Alle Internetquellen zuletzt geprüft am 27.02.2010.

AES (2000): <http://www.aes.org/aeshc/docs/mtgschedules/109conv2000/109th-vinyl-report-1.html>

Ampeg (2010): <http://www.ampeg.com/story.html>

Barth, Sebastian (2008): <http://www.barthman.de/rampedphantom.html>

Calvert, J. (2009): <http://mysite.du.edu/~jcalvert/tech/microph.htm>

Coutant, S. (2010): <http://www.coutant.org/we618a:index.html>

Elliott, Rod (2009): <http://sound.westhost.com/articles/reverb.htm>

Engdahl, Tomi (2009): <http://www.epanorama.net/documents/groundloop/groundlift.html>

Hunold, Friedrich (2007): <http://www.frihu.com/content/diy/allgemein/kathoden-basis.html>

Hunold, Friedrich (2007): <http://www.frihu.com/content/diy/allgemein/gitter-basis.html>

Kern, Jon (2010): <http://www.lutherperkins.com/>

Lilienfeld, Julius (1927):

<http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=CA&NR=272437&KC=&FT=E>

Lohninger, Hans (2008): [file://localhost/](http://localhost/) http://www.vias.org/mikroelektronik:oa_konzept.html

McWorther, Michael (2010): <http://www.ampwares.com/amp.asp?id=90>

Schultz (2000): http://mixonline.com/ar/audio_sam_phillips/

Ross, Kevin (2004): <http://www.diyfactory.com/projects/softstartphantom/softstartphantom.htm>

Roy, James (2002): <http://www.scottymoore.net/guitars.html>

Roy, James (2002): <http://www.scottymoore.net/echosonic.html>

Roy, James (2002): http://www.scottymoore.net/studio_sun.html

Sheller, Curt (2010): <http://www.jazzguitarresources.com/strings.shtml>

The Gear Box (2010): <http://vintageaudiogearbox.com/goods.html>

Weihe, Peter (2009): <http://xound.com/content/blogcategory/25/56/>

Winer, Ethan (1981): <http://www.ethanwiner.com/distort.html>

Zollner, Manfred (2009): <http://homepages.fh-regensburg.de/~elektrogitarre/>

7.4 Wikipedia

Alle Wikipedia Quellen zuletzt geprüft am 27.02.2010.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Backbeat>

http://de.wikipedia.org/wiki/Doo_Wop

http://en.wikipedia.org/wiki/Double_bass

http://en.wikipedia.org/wiki/Echo_chamber

[http://de.wikipedia.org/wiki/Endstufe_\(Elektrotechnik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Endstufe_(Elektrotechnik))

http://en.wikipedia.org/wiki/Luther_Perkins

http://en.wikipedia.org/wiki/Ribbon_microphone

http://de.wikipedia.org/wiki/Tin_Pan_Alley

http://en.wikipedia.org/wiki/Valve_audio_amplifier

7.5 Abbildungsverzeichnis

ABB. 1: PRINZIPDARSTELLUNG DES SCHALLWEGES BEI DER AKUSTISCHEN GITARRE	21
HTTP://WWW.GUITAR-LETTER.DE/KNOWLEDGE/DERKLANGVONAKUSTIKUNDELEKTROGITARREIMVERGLEICH.HTM	
ABB. 2: ELVIS PRESLEY MIT MARTIN D-18	24
HTTP://WWW.SCOTTYMOORE.NET/2ND18.HTML	
ABB. 3: EIN TYPISCHER SINGLE-COIL TONABNEHMER IN EINER STRATOCASTER GITARRE	26
HTTP://CIGARBOXGUITARS.COM/WORKSHOPS/PICKUP_WORKSHOP.PHP	
ABB. 4: EXEMPLARISCHE DARSTELLUNG EINES GITARRENTONABNEHMERFREQUENZGANGES	26
LEMME, HELMUTH (1987): ELEKTRO-GITARREN, STUTTGART, S. 86	
ABB. 5: DER EINFLUSS VERSCHIEDENER TONABNEHMERPOSITIONEN	25
LEMME, HELMUTH (1987): ELEKTRO-GITARREN, STUTTGART, S. 127 U. 97	
ABB. 6: KAMMFILTER VERSCHIEDENER TONABNEHMERBAUWEISEN	26
HTTP://WWW.GUITAR-LETTER.DE/KNOWLEDGE/DASKLANGMYSTERIUMDERHUMBUCKERMODES.HTM	
ABB. 7: DER JUNGE B.B. KING MIT EINER GIBSON ES 150 UND EINEM FRÜHEN FENDER TWEED VERSTÄRKER	28
ESCOTT, HAWKINS (1992): GOOD ROCKIN' TONIGHT, USA: ST. MARTIN'S, S. 21	
ABB. 8: FENDER TELECASTER	29
HTTP://WWW.FENDER.COM/PRODUCTS/SEARCH.PHP?PARTNO=0100202850	
ABB. 9: FENDER BLUES DEVILLE (LINKS) UND GIBSON 5W (RECHTS)	31
EIGENES FOTO.	
ABB. 10: BÖHMISCHER KONTRABASS VON CA. 1920	32
EIGENES FOTO.	
ABB. 11: AMPEG VERSTÄRKER UND MIKROFON	34
HTTP://WWW.SCOTTYMOORE.NET/AMPEG.HTML	
ABB. 12: GEGENÜBERSTELLUNG DER VERSCHIEDENEN RÖHRENTYPEN UND IHRER FUNKTIONSWEISEN	39
HTTP://WWW.ELEKTRONIKINFO.DE/STROM/ROEHREN.HTM	
ABB. 13: KENNLINIENFELDER DER RÖHRE EC 92	40
SCHROEDER, HEINRICH (1963): ELEKTRISCHE NACHRICHTENTECHNIK, BAND II, BERLIN: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, S. 30	
ABB. 14: ERMITTLUNG DES ARBEITSPUNKTES MIT HILFE DER WIDERSTANDSGERADE DURCH P1, P2, P3	41
SCHROEDER, HEINRICH (1963): ELEKTRISCHE NACHRICHTENTECHNIK, BAND II, BERLIN: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, S. 41	
ABB. 15: GRUNDSCHALTUNGEN DER ELEKTRONENRÖHRE	42
SCHROEDER, HEINRICH (1963): ELEKTRISCHE NACHRICHTENTECHNIK, BAND II, BERLIN: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, S. 256	
ABB. 16: GRUNDSÄTZLICHE ANORDNUNG DER GITTERBASISSCHALTUNG	46
HTTP://WWW.FRIHU.COM/CONTENT/DIY/ALLGEMEIN/ROEHREGRUNDSCHALTUNGEN.HTML	
ABB. 17: KATHODENBASISSCHALTUNG ALS EINGANGSSTUFE UND ANODENBASISSCHALTUNG ZUR IMPEDANZWANDLUNG AM AUSGANG	46
HTTP://WWW.FRIHU.COM/CONTENT/DIY/ALLGEMEIN/ROEHREGRUNDSCHALTUNGEN.HTML	

ABB. 18: VERGLEICH LINEARER, QUADRATISCHER UND KUBISCHER KENNLINIEN	44
DICKREITER, MICHAEL (1979): HANDBUCH DER TONSTUDIOTECHNIK, MÜNCHEN: K.G. SAUR VERLAG KG, S. 743	
ABB. 19: DARSTELLUNG DER VERZERRUNGEN BEI VERSCHIEDENEN BETRIEBSKENNLINIEN	47
EBENDA, S. 744	
ABB. 20: LINEARISIERUNG DER VERSTÄRKERKENNLINIE DURCH EINE GEGENKOPPLUNG MIT $K \Rightarrow 1$	46
EBENDA, S. 702	
ABB. 21: EMITTERSCHALTUNG	50
EBENDA, S. 683	
ABB. 22: KOLLEKTORSCHALTUNG	51
EBENDA, S. 685	
ABB. 23: BASISCHALTUNG	51
EBENDA, S. 686	
ABB. 24: EINTAKT-VERSTÄRKER IN A-BETRIEB	52
EBENDA, S. 687	
ABB. 25: KENNLINIEN EINES TRANSISTORS UND ERMITTLUNG DES ARBEITSPUNKTES.....	52
EBENDA, S. 687	
ABB. 26: GEGENTAKT-VERSTÄRKER IN A-BETRIEB	50
EBENDA, S. 689	
ABB. 27: GEGENTAKT-VERSTÄRKER IN B-BETRIEB	50
EBENDA, S. 691	
ABB. 28: ÜBERNAHMEVERZERRUNGEN IM AB- UND B-BETRIEB	54
EBENDA, S. 692	
ABB. 29: GRUNDSCHALTUNGEN EINES OPERATIONSVERSTÄRKERS 1.....	52
EIGENE ABBILDUNG NACH JÜNLING, GERD (1990) : ANALOGE MISCHPULTTECHNIK, OBERHAUSEN: STUDIO PRESSE VERLAG, S. 12	
ABB. 30: GRUNDSCHALTUNGEN EINES OPERATIONSVERSTÄRKERS 2.....	53
EIGENE ABBILDUNG NACH JÜNLING, GERD (1990) : ANALOGE MISCHPULTTECHNIK, OBERHAUSEN: STUDIO PRESSE VERLAG, S. 13	
ABB. 31: DER ALTEC 1567A - EINE MOBILE MIXING-LÖSUNG IN RÖHRENTTECHNIK.....	54
HERSTLLERMANUAL: HTTP://DANRUDIN.NET/CGI-BIN/DOWNLOAD.PL?DIR=ALTEC/&FILE=ALTEC_1567A.PDF	
ABB. 32: DER RCA 76-B2 KONSOLENMISCHER	55
HERSTELLERMANUAL: HTTP://DANRUDIN.NET/CGI-BIN/DOWNLOAD.PL?DIR=RCA/&FILE=RCA_76-B2.PDF	
ABB. 33: UNIVERSAL AUDIO MODUL AUS DER 610 RÖHRENKONSOLE	59
HTTP://WWW.AES.ORG/AESHC/DOCS/MTGSCHEDULES/109CONV2000/109TH-VINYL-REPORT-1.HTML	
ABB. 34: NEIL YOUNGS PRIVATE UA 610 GREEN TUBE KONSOLE.....	57
HTTP://WWW.UAUDIO.COM/WEBZINE/2008/NOVEMBER/ANALOG.HTML	
ABB. 35: TONFILMKONSOLE KL RS 060 BESTÜCKT MIT V72 VERSTÄRKERN.....	57
EBAY AUKTION: HTTP://CGI.EBAY.DE/VINTAGE-KLANGFILM-6-4-STEREO-TUBE-CONSOLE-MIXER-10X-V72_WOQQITEMZ320490446993QQCMDZVIEWITEMQQPTZMIXERS?HASH=ITEM4A9EB82091	
ABB. 36: ROUTINGMÖGLICHKEITEN IN EINER V72-BASIERTEN TONFILMKONSOLE.....	61
HTTP://KLANGFILM.FREE.FR/INDEX.PHP?LNG=0&MUSIC=&TYPE=0&FRAME=1&ITEM=&TITLE=&DIR=&NUM=	
ABB. 37: SAM PHILLIPS MIT AMPEX 350 UND PRESTO 6-N PLATTENSCHNEIDER IM IM HG.	62
HTTP://WWW.SCOTTYMOORE.NET/STUDIO_SUN.HTML	
ABB. 38: KENNLINIE MIT UND OHNE VORMAGNETISIERUNG	64

WORAM, KEFAUVER (1989): THE NEW RECORDING STUDIO HANDBOOK, NEW YORK: ELAR PUBLISHING COMPANY INC., S. 264	
ABB. 39: ZUSAMMENHANG EINIGER BANDEIGENSCHAFTEN UND DEM GEWÄHLTEN VORMAGNETISIERUNGSSTROM	62
DICKREITER, MICHAEL (1979): HANDBUCH DER TONSTUDIOTECHNIK, MÜNCHEN: K.G. SAUR VERLAG KG, S. 243	
ABB. 40: HALLRAUM DES BLACK SHACK STUDIOS	67
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 41: DAS INNENLEBEN EINER EMT 140 NACHHALLPLATTE.....	70
HTTP://WWW.DANALEXANDERAUDIO.COM/EMT/EMT140.JPG	
ABB. 42: PRINZIPSCHAUBILD DES V672 VERSTÄRKERS MIT R_6 ALS FESTEN INNEREN GEGENWIDERSTAND.....	73
DICKREITER, MICHAEL (179): HANDBUCH DER TONSTUDIOTECHNIK, MÜNCHEN: K.G. SAUR VERLAG KG, S. 730	
ABB. 43: SIGNALFÜHRUNG DER ANALOGEN STUDIOLEITUNGEN	75
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT OMNIGRAFFLE PROFESSIONAL.	
ABB. 44: PLATZVERHÄLTNISSE IN EINEM BESTÜCKTEN 1 HE RACK.....	77
EIGENE ABBILDUNG, ERSTELLT MIT GOOGLE SKETCHUP	
ABB. 45: CAD-KONSTRUKTIONSZEICHNUNG AUS ADOBE ILLUSTRATOR.....	77
EIGENE ABBILDUNG, ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 46: SCHALTBILD DES 24 V NETZTEILS UND DER 48 V SPANNUNGSVERSORGUNG.....	78
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT SPLAN 7.0.	
ABB. 47: AUDIOSIGNALWEG AM EINGANG EINES V276 MODULS.....	79
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT SPLAN 7.0.	
ABB. 48: PROBLEMSTELLUNG EINER NETZGLEICHRICHTUNG	80
SCHROEDER, HEINRICH (1963): ELEKTRISCHE NACHRICHTENTECHNIK, BAND II, BERLIN: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, S.445	
ABB. 49: WERKSTATT WÄHREND DER FERTIGSTELLUNG DES V672 VERSTÄRKERS	81
EIGENES FOTO	
ABB. 50: ÜBERPRÜFUNG DER 24 V GLEICHSPANNUNG MIT EINEM FLUKE OSZILLOSKOP	85
EIGENES FOTO	
ABB. 51: BILDERSTRECKE WERKSTATT	82
EIGENE FOTOS.	
ABB. 52: BEHRINGER T1953 MIT WARMTH REGLER AUF MIN. (LINKS) UND WARMTH AUF MAX. (RECHTS).....	84
EIGENE ABBILDUNG, ERSTELLT MIT ELECTROACOUSTICS TOOLBOX	
ABB. 53: ÜBERRASCHEND STARKE HÖHENANHEBUNG BEI ERHÖHUNG DES WARMTH PARAMETERS	84
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT FUZZMEASURE 2.	
ABB. 54: UA 610-MKII KLIRRVORHALTEN.....	85
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT ELECTROACOUSTICS TOOLBOX.	
ABB. 55: FREQUENZGÄNGE DES LA-610 MKII BEI VERSCHIEDENEN VERSTÄRKUNGSSTUFEN (S. VORH. ABB.)	86
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT FUZZMEASURE 2.	
ABB. 56: PRINZIPELLER VERGLEICH DER FREQUENZGÄNGE VON V672, V376B UND V276A UND ZWEIER BETRIEBSMODI DES V672 VERSTÄRKERS.....	87
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT FUZZMEASURE 2.	
ABB. 57: VERGLEICH DER IMPULSANTWORTEN V276A (LINKS) UND V376B (RECHTS)	88
EIGENE ABBILDUNG. ERSTELLT MIT FUZZMEASURE 2.	
ABB. 58: MIT WIDERSTÄNDEN BESTÜCKTER UND TEILWEISE AUFGELÖTETER 3-POL SCHALTER MIT 12 STUFEN..	93

EIGENES FOTO.	
ABB. 59: VERSCHIEDENE ENTWICKLUNGSSTADIEN DES TELEFUNKEN V672 GEHÄUSES.....	91
EIGENE FOTOS.	
ABB. 60: DIE FERTIG GESTELLTEN GERÄTE, EINGEBAUT IN MOBILE RACKS.	96
EIGENES FOTO.	
ABB. 61: OPAMP-BASIERTE EINGANGSSTUFE FÜR EINEN FEDERHALL.....	93
ABB. 62: OPAMP-BASIERTE AUSGANGSSTUFE FÜR EINEN FEDERHALL.....	94
ABB. 63: ENTZERRUNG, WIE VON CUNNINGHAM AN DER EINGANGSSTUFE EMPFOHLEN.....	100
ABB. 64: DAS BEREITS VORBEREITETE STAHLGESTELL FÜR DEN RAHMEN DES BLACK SHACK PLATTENHALLS	97
EIGENES FOTO.	
ABB. 65: ABLAUF DES WORKFLOWS FÜR KLEINE ENSEMBLES UND MUSIK DER 30ER BIS 50ER JAHRE.....	98
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 66: DEVILS & SÖHNE (2007)	103
HTTP://WWW.DEVILS-UND-SOEHNE.DE	
ABB. 67: SICHT AUS DER REGIE (LINKS), GELASSENE STIMMUNG ZWISCHEN DEN TAKES (RECHTS).....	100
EIGENES FOTO.	
ABB. 68: EWE VOR DEM RCA 44A	105
EIGENES FOTO.	
ABB. 69: F.A. MIT TONEMASTER LAP-STEEL (1930) UND AMPEG VERSTÄRKER	106
EIGENES FOTO.	
ABB. 70: SCHLAGZEUGER BENDE MIT DER 14“/ 8“ LUDWIG SNAREDRUM	106
EIGENES FOTO.	
ABB. 71: BERLANT CONCERTONE RÖHRENPREAMP	107
EIGENES FOTO.	
ABB. 72: DIE REGIE DES BLACK SHACK STUDIOS	107
EIGENES FOTO.	
ABB. 73: AUFBAU FÜR DIE AUFNAHMEN MIT DEVILS & SÖHNE.....	104
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 74: ABLAUF DES WORKFLOWS FÜR KLEINE ENSEMBLES UND MUSIK DER 40ER BIS 50ER JAHRE.....	106
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 75: THE LONESOME DRIFTERS (2009)	110
HTTP://WWW.MYSPACE.COM/THELONESOMEDRIFTERS	
ABB. 76: THE LONESOME DRIFTERS IM AUFNAHMERAUM	111
EIGENES FOTO.	
ABB. 77: STEFAN MIT DEM RCA 77-DX UND DEM NEUMANN KM84I.....	112
EIGENES FOTO.	
ABB. 79: EMPIRICAL LABS EL7 FATSO SR. ALS VST-PLUGIN FÜR DIE UAD DSP-KARTE.	109
HERSTELLERSEITE, HTTP://WWW.UAUDIO.COM	
ABB. 78: EIN KURZER PLAUSCH ZWISCHEN DEN AUFNAHMEN.....	113
EIGENES FOTO.	
ABB. 80: TOGU AUDIO LINE – TAL TUBE ALS NATIVES VST-PLUGIN.....	110

HERSTELLERSEITE HTTP://WWW.KUNZ.CORRUPT.CH	
ABB. 81: AUFBAU FÜR DIE AUFNAHMEN MIT THE LONESOME DRIFTERS	111
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 82: ABLAUF DES WORKFLOWS FÜR MITTLERE UND LAUTE ENSEMBLES.....	112
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	
ABB. 83: THE FENDERS 55 LOGO	117
HTTP://WWW.MYSPACE.COM/THEFENDERSFIFTYFIVE	
ABB. 84: DAS RCA 77-DX ALS MONO-OVERHEAD	118
EIGENES FOTO.	
ABB. 85: DAS ADVANCED AUDIO CM47/67 VOR DEM BASS.....	118
EIGENES FOTO.	
ABB. 86: AUFBAU FÜR DIE AUFNAHMEN MIT THE FENDERS 55.....	115
EIGENE DARSTELLUNG. ERSTELLT MIT ADOBE ILLUSTRATOR CS4.	

7.6 Audio CDs

7.6.1 Audio CD 1 begleitend zum Theorieteil der Arbeit

Track	Interpret	Stück
01	Leadbelly	Good morning blues
02	Alan Lomax „Negro prison blues“	Early in the morning
03	Ali Farka Touré with Ry Cooder	Gomni
04	W.D. Stewart & Bennie Will Richardson	John Henry
05	Louis Jordan	Ain't Nobody Here But Us Chickens
06	James Brown	Why Do You Do Me
07	The Coasters	I must be dreamin'
08	Frankie Lymon & Teenagers	Who can explain
09	The Carter Family	No Telephone in heaven
10	Milton Brown	Mama don't allow
11	Hank Williams	Honky Tonkin'
12	Jimmie Rodgers	T for Texas (Blue Yodel No.1)
13	Elvis Presley	That's allright (Alt. Take Sun Rec.)
14	Charlie Feathers	Bottle to the baby
15	Johnny Burnette	The train kept a rollin'
16	Jerry Lee Lewis	Whole lotta shakin goin on
17	Bill Haley & His Comets	R-O-C-K
18	Chuck Berry	Maybelene

7.6.2 Audio CD 2 begleitend zum Praxisteil der Arbeit

Track	Interpret	Stück
01	Devils & Söhne	My Cherie – DAW Version
02	Devils & Söhne	My Cherie – Distorted Version
03	Devils & Söhne	It don't hurt anymore - DAW Version
04	Devils & Söhne	It don't hurt anymore – Distorted Version
05	The Lonesome Drifters	Lonesome Train – DAW Version
06	The Lonesome Drifters	Lonesome Train – Digitally Distorted Version
07	The Lonesome Drifters	Lonesome Train – Analog Distorted Version
08	The Lonesome Drifters	I'm Out – DAW Version
09	The Lonesome Drifters	I'm Out – Digitally Distorted Version
10	The Lonesome Drifters	I'm Out – Analog Distorted Version
11	The Lonesome Drifters	7 Seas – DAW Version
12	The Lonesome Drifters	7 Seas – Digitally Distorted Version
13	The Lonesome Drifters	7 Seas – Analog Distorted Version
14	The Fenders 55	Cool cat racer
15	The Fenders 55	Never again

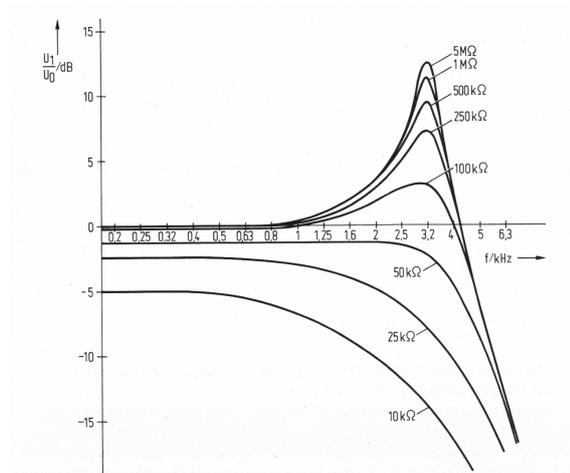
7.7 Anhang

7.7.1 Gegenüberstellung afrikanischer, europäischer und Blues Skalen

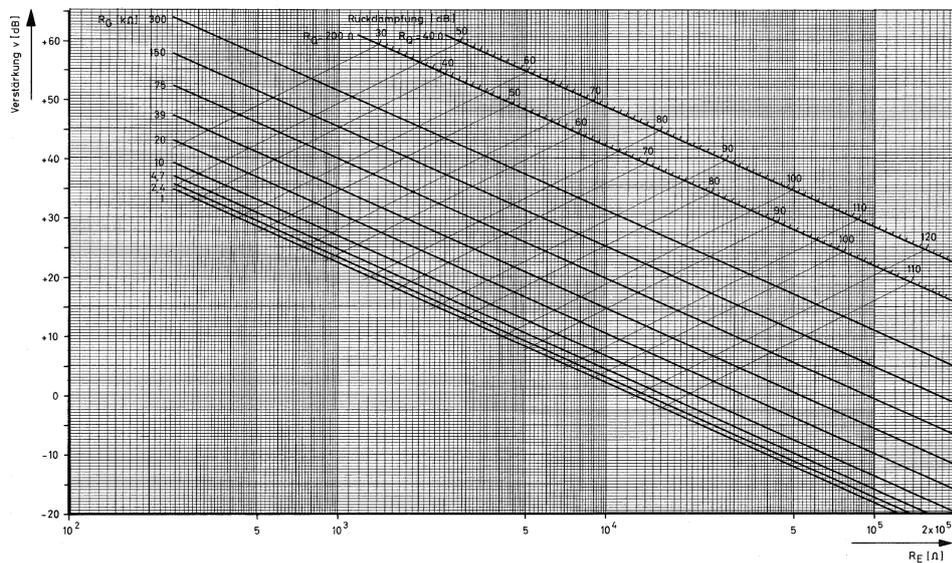
The image shows four musical staves in treble clef, each representing a different scale. Above the staves are rhythmic markings: '1', '1', '1 1/2', '1', '1 1/2' for the first staff; '1/2', '1', '1/2', '1' for the second; '1 1/2', '1 1/2' for the third; and '1', '1/2', '1', '1/2' for the fourth. The scales are:

- African pentatonic 1: Notes G4, A4, B4, C5, D5.
- Blues: Notes G4, A4, B4, C5, D5, E5, F5, G5.
- African pentatonic 2: Notes G4, A4, B4, C5, D5, E5.
- European major: Notes G4, A4, B4, C5, D5, E5, F5, G5.

7.7.2 Einfluss des Lastwiderstandes auf die Resonanzüberhöhung eines Gitarrentonabnehmers



7.7.3 Verstärkungsgeraden des V672 bei verschiedenen gegebenen Widerstandswerten



7.7.4 Berechnungstabelle der Verstärkungswerte eines V672

Pos.	Eingangswiderstand $R_e \cdot 2$	Gegenwiderstand R_g	Verstärkungsfaktor v_1 (35 dB)	Verstärkungsfaktor v_2 (65 dB)	Verstärkungsfaktor v_3 (Boost)
01	6,8 k Ω	2,7 k Ω	1	8	42
02	3 k Ω	5,6 k Ω	1,6	10	53
03	2,4 k Ω	13 k Ω	2,0	15	82
04	1,8 k Ω	20 k Ω	2,6	20	108
05	1,2 k Ω	27 k Ω	3,8	25	135
06	0,75 k Ω	36 k Ω	5,8	31	170
07	0,62 k Ω	56 k Ω	6,8	45	247
08	0,47 k Ω	82 k Ω	8,6	64	347
09	0,36 k Ω	110 k Ω	10,7	83	455
10	0,24 k Ω	160 k Ω	14,5	119	647
11	0,11 k Ω	220 k Ω	23,4	161	878
12	0 k Ω	330 k Ω	49,2	239	1301

7.7.5 Auszug aus dem RCA 44A Manual

VELOCITY MICROPHONE INSTRUCTIONS

9

ρ = LOSS IN DB BELOW RESPONSE OBTAINED ALONG
AXIS NORMAL TO PLANE OF RIBBON.

α = ANGULAR POSITION IN DEGREES OF SOURCE OF
SOUND WITH RESPECT TO AXIS NORMAL TO
PLANE OF RIBBON.

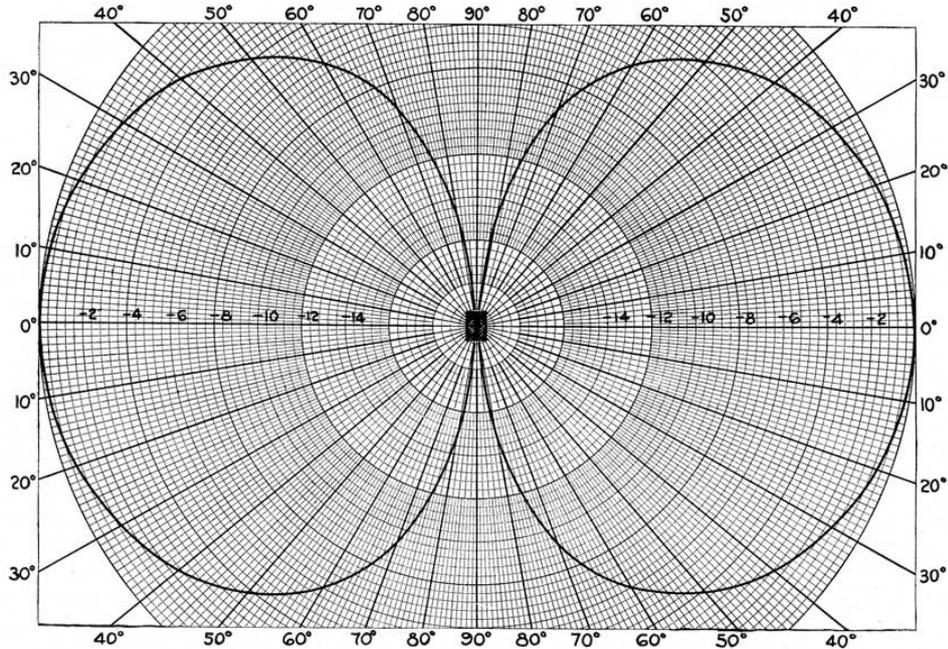


Figure 7—Directional Characteristics of Velocity Microphone

7. Technique of Velocity Microphone Placement.—The proper placement of the microphone is essential in order to realize fully its inherent advantages. For this reason, the following instructions should be carefully studied, and close attention be given to the results of any special placement with a view towards future improvement of the technique. These instructions can of course only serve as a guide, and a study should be made to determine the best microphone placement for each condition.

(a) *General.*—The source of sound, speaker, announcer or musical instrument, should not be placed closer to the microphone than 2 feet and a distance of 3 to 4 feet is to be preferred. At shorter distances there is a tendency toward accentuation of low frequencies, which may result in making voices sound “boomy.” In this respect, the use of the velocity microphone differs greatly from that of the condenser microphone with which the speaker or soloist has usually worked at a distance of 4 to 6 inches.

The placement of a speaker or musical instrument off from the center line of the microphone

will in no way affect the quality of pickup, but will merely attenuate the direct sound pickup, thereby raising the ratio of reverberation to direct pickup.

The microphone is bi-directional. Speakers, instruments, or players may be placed on either or both sides of the microphone with equal effect. The diagrams (Figures 8, 9, 10, 11 and 12) will serve as examples of the advantages which arise from the bi-directional characteristic.

For the most satisfactory results, the microphone should not be placed closer than 3 feet to any solid reflecting surface. This statement is, of course, general and specific conditions may require otherwise, such as in footlight mounting.

The diagrams referred to in the subsequent paragraphs and the discussion concerning them can only serve to indicate some of the possible placements under particular conditions. The final decision as to what constitutes the proper placement must rest with someone who is competent to judge the quality of the results as reproduced by the monitor speaker.

(b) *Soloist with Piano.*—Interesting effects may be obtained by changing the angle of the micro-

phone with respect to the piano, thus changing the ratio of reverberation to direct pickup. The distance between the soloist and microphone should be determined by the strength of his (or her) voice, and the piano should be placed accordingly. The general arrangement is shown in Figure 8. Under no conditions should the soloist be less than 2 feet from the microphone.

(c) *Plays*.—The bi-directional characteristic of the microphone may be used to its fullest advantage in broadcasting by grouping the players about the microphone at such positions that their voice levels match to form the desired composite. See Figure 9. With such an arrangement, considerable if not all of the moving and dodging back and forth of the characters seeking positions advantageous to the presentation may be avoided.

When the microphone is used by a speaker located at a table or desk, the microphone should be so placed that it picks up direct sound from the speaker rather than reflected sound from the surface of the table, desk or manuscript.

(d) *Dance Orchestra*.—The diagram (Figure 10) is self-explanatory, the only precaution necessary being to keep the soloist at least 2 feet, and preferably 3 feet, from the microphone.

Due to the fact that artists and announcers cannot work close to the microphone, some difficulty may be experienced in obtaining the proper balance between the artist or announcer and the orchestra. This difficulty can be overcome quite satisfactorily by using two microphones, one to pick up the orchestra and the other to pick up the artist or an-

nouncer. The artist's microphone should be located so that its "dead zone" is toward the orchestra. By properly setting the mixing controls, the level of the orchestra can be controlled so that a satisfactory back-ground accompaniment of music is obtained.

In locating the microphone with respect to an orchestra, care should be taken to avoid reflected pickup from hard surfaced floors. Such reflections can be avoided by the use of carpets or similar material on the floor.

(e) *Large Orchestra*.—An arrangement for a large orchestra is shown in Figure 11. Two microphones may be used to advantage for such an assembly. See also paragraph (d) above. The arrangement shown in Figure 11 was used successfully in the RCA Victor recording studios in Camden, N. J. It must be born in mind, however, that this arrangement will not necessarily be the best in all studios because of differences in their acoustic properties. Changes in this arrangement should not need to be very extensive in order to give excellent results.

(f) *Special Considerations for Sound Motion Picture Recording*.—The directional characteristic and greater sensitivity of this microphone are especially important in sound recording for motion pictures. Because of the necessity of constructing sound stages for sight as well as sound, the acoustic properties of the set are frequently sacrificed in favor of the scenic properties, whereupon more difficulty is experienced in controlling the effect of undesired echoes and reverberations. Also, because the microphone cannot be in the field of view of

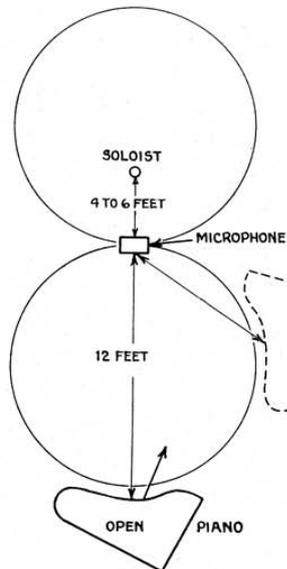


Figure 8—Soloist with Piano

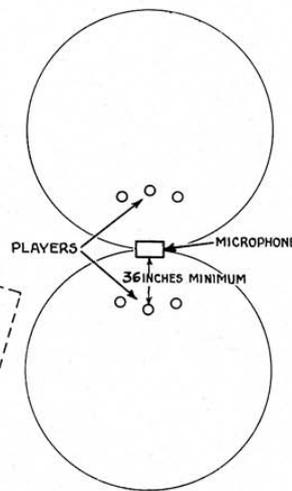


Figure 9—Plays

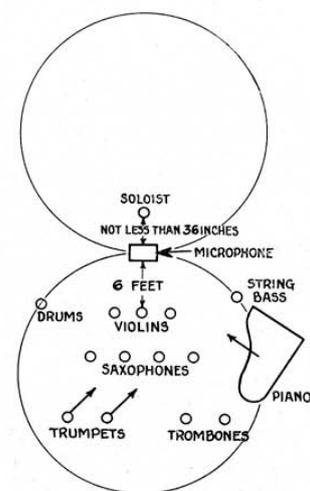
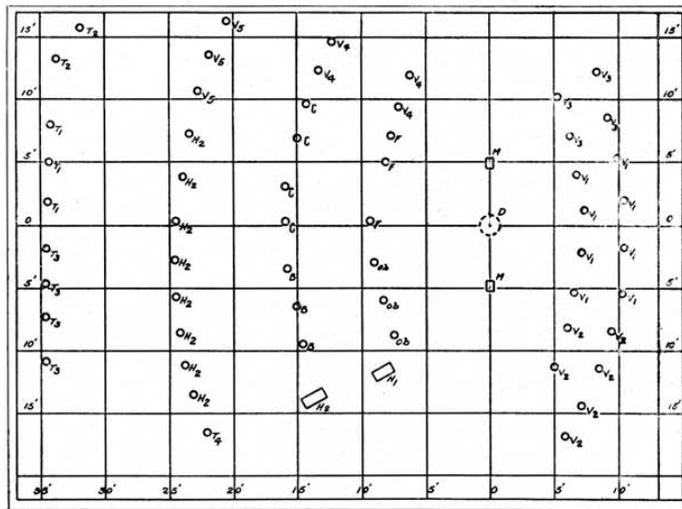


Figure 10—Dance Orchestra

VARIOUS MICROPHONE ARRANGEMENTS



- LEGEND**
- D Director
 - M 2 Velocity Microphones
 -
 - V1 8 First Violins
 - V2 6 Second Violins
 - V3 4 Violas
 - V4 4 Cellos
 - V5 3 String Bass
 - F 3 Flutes
 - Ob 3 Oboes
 - H1 2 Harps
 - H2 8 French Horns
 - C 4 Clarinets
 - B 3 Bassoons
 - T1 3 Trumpets
 - T2 2 Tympani and Traps
 - T3 4 Trombones
 - T4 1 Tuba
 - Total—58 Musicians

Figure 11—Microphone and Orchestra Arrangement for Symphony Orchestra

the cameras, the microphone must be located farther from the actors than is the case in a broadcasting studio. With the increased distance between the sound source and the microphone, the reverberation, echo and background noise effects are more troublesome. Furthermore, there are always people and machinery in motion on the set other than those in the picture and sounds caused by them must not be picked up.

Previous to the production of the velocity microphone, it has been necessary with other microphones to use microphone baffles, sound concentrators, acoustic treatment of sets and studios, camera "blimps," etc. The use of these devices as aids to the perfect reproduction of sound and picture with the proper illusion of naturalness has not been entirely eliminated through the use of the velocity microphone, but has been greatly minimized.

As mentioned in section 5, a felt baffle may be placed so as to cut off the "pickup" of sound from directions opposite to the source of desired sound. The microphone, in many cases, may be placed so that an imaginary plane coincident with the plane of the ribbon will pass through sources of undesired sound, either direct or reflected, and so minimize the effects of extraneous or reverberant sound.

The necessity of highly sound-proofed booths and "blimps" is evidently reduced if cameras are operated in positions in the "plane of zero sound" and the degree of sound-proofing necessary for sound originating within the "dead zone" is, of course, dependent upon the reflecting surfaces present which may return the undesired sound to the microphone from such directions that response may be obtained. A camera, for example, may be

operated outside of a booth and without a "blimp" if it is placed in the plane of zero sound, providing that none of the camera noise is returned to the microphone from any other direction by reflecting surfaces, which condition may be most generally realized in out of door recording. See Figure 12.

The nearer a microphone may be placed to the subject within the limits of the foregoing paragraphs, the more natural will be the quality of

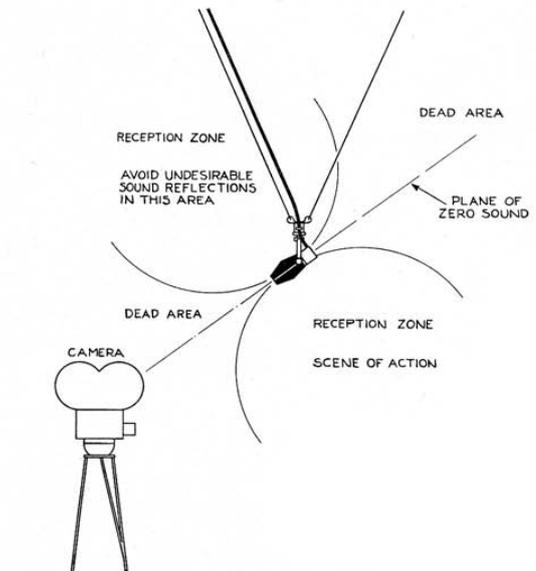


Figure 12—Camera Location for Sound Motion Picture Work

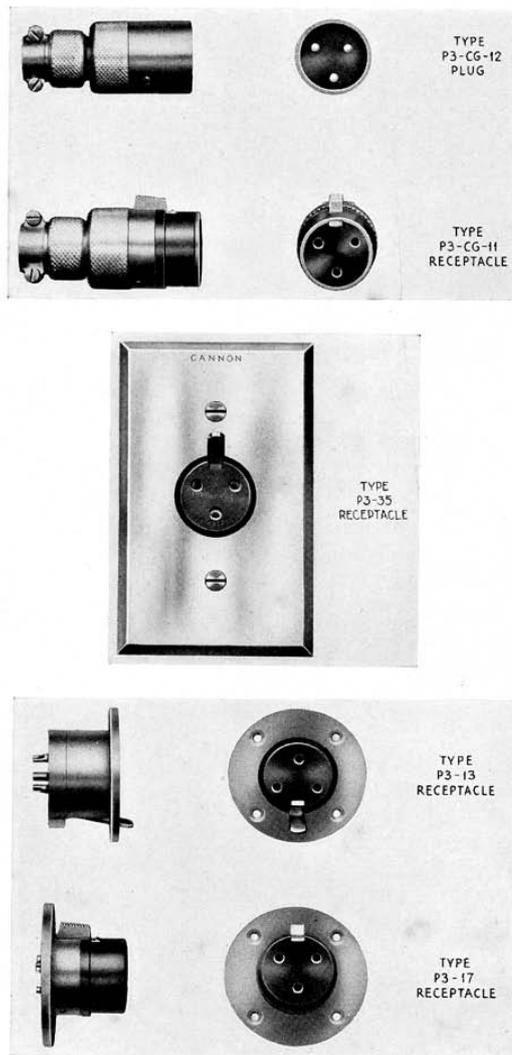


Figure 13—Plugs and Receptacles

recorded sound. This statement is made without regard to "long-shot" sound which is deliberately made poorer in order to produce the desired match between picture and sound. An indefinable quality of "presence" is the principle difference between "long-shot" and "close-up" sound and this quality is rapidly lost as the microphone is moved farther from the subject. In many cases, two cameras are trained on the subject simultaneously and at least that portion of the sound used with the close-up picture should have "presence" to match the picture. The increased field of view of the long-shot camera precludes the possibility of placing a microphone close enough to the subject to give the desired close-up sound except through the use

of the velocity microphone and by taking full advantage of its directional characteristics and increased sensitivity.

While the bi-directional characteristic of the microphone is particularly desirable for broadcasting purposes, for recording it may be desired to utilize the pickup from but one direction. Pick-up from the opposite direction may be made ineffective by placing a baffle or shield of heavy sound absorbing material, such as felt, approximately 3 feet from the microphone on the side from which the sound is to be blocked. The felt should be approximately 6 to 10 feet square.

(g) *Public Address.*—For public address use the microphone can usually be placed near the speaker (within 3 or 4 feet). It is important to see that the direction of minimum pick-up is toward the loud-speaker system to prevent acoustic feed-back. If the speaker must have latitude of movement on the stage, it may be necessary to have a microphone installed at each side to obtain satisfactory pickup.

(h) *Sound Reinforcing.*—Microphones used for this purpose must generally be concealed and may be placed and successfully operated in the wings, footlights, flies, etc. of the stage. When the microphone is placed in a footlight trough, heavy sound absorbing felt should be placed behind the microphone to prevent undesirable reflection effects. Such a system usually requires a number of microphones and the detailed location of these microphones is largely determined by the exact use of the microphone, constructional details of the stage and other conditions so numerous as to preclude any definite statement of rules or methods of application. The plane of zero sound may be utilized to great advantage in eliminating undesirable resonance, reflection and diffraction effects usually encountered when a microphone is located in a cavity. This fact accounts for the highly successful application of this microphone to footlight trough mounting. Detailed information as to the method of installation for a particular condition may be obtained on request.

8. Operation.—In general, the microphone will operate satisfactorily and require very little attention. It should give the normal output listed in section 3.

The microphone may be mounted in several ways. The most common mounting is the program or floor stand. This stand is adjustable as to height. The center of the velocity microphone may be located at any height from 56 to 81 inches above the floor. In order to raise or lower the stand, the vertical column clamping screw should first be loosened. If it is desired to raise the microphone, all that is necessary is to lift it to the desired point and there it will lock itself automatically. Usually, it will remain fixed at this position unless there is vibration or the microphone and stand are moved around. This moving may cause the stand to slowly slide downward. The clamping screw is

7.7.6 Auszug aus der Siemens Werkszeitschrift von 1924

SIEMENS-BANDMIKROPHON UND BANDSPRECHER

Das Siemens-Bandmikrophon und der Siemens-Bandsprecher

Von Erwin Gerlach, Ingenieur im Zentrallaboratorium des Wernerwerks.

Das bekannte Kohlekörner-Mikrophon, wie es in allen Fernsprechstellen verwendet wird, ist der einfachste Apparat zum Umsetzen von Schallenergie in elektrischen Wechselstrom. Es ist erstaunlich, mit wie einfachen Mitteln dabei schon sehr gute Sprachwiedergabe erzielt werden kann bei verhältnismäßig großer, vom Kohlemikrophon abgegebener Wechselstromleistung. Diese hohe Leistungsfähigkeit beruht auf einer Relaiswirkung. In dem Mikrophon wird nicht einfach ein Teil der auffallenden Schalleistung in Strom umgesetzt, sondern es wird eine neue Energiequelle, die Mikrophonbatterie, eingesetzt (als „Vorspann“) und durch die Schallschwingungen lediglich gesteuert. Diese Relaiswirkung ist ganz erheblich. Um wenigstens eine ungefähre Zahlenangabe zu machen, kann man etwa sagen, daß das Kohlemikrophon 1000000 mal mehr Leistung abgibt, als es aus der Luft aufnimmt. Unter diesen Umständen war es offenbar unmöglich, praktisch leistungsfähige Mikrophone ohne Relaiswirkung, d. h. mit direkter Umsetzung von Schallarbeit in elektrische Arbeit, zu bauen, solange es keine Verstärker gab, weil die aufgenommene Schallarbeit stets sehr klein ist. Physikalische Verfahren für solche direkte Umwandlungen waren seit langem bekannt, aber erst die Entwicklung der Verstärkerröhre zu einem technisch einwandfreien Apparat ermöglichte es, erfolgreiche Versuche in dieser Richtung zu machen. Daß das gewöhnliche Kopftelephon auch als Mikrophon verwendbar ist, dürfte bekannt sein. Die ursprüngliche Anordnung von Bell hatte überhaupt an jedem Ende der Leitung nur einen Kopfhörer, der zum Sprechen und Hören diente. Eine andere physikalische Grundlage für Mikrofonzwecke bildet das Kondensatorprinzip. Hierbei benutzt man die Spannungsänderungen, die an den Belegungen eines Kondensators entstehen, wenn (z. B. durch die Schallschwingungen) der Abstand der Belegungen geändert wird. Ein anderer eigenartiger, für akustisch-elektrische Zwecke verwendbarer Effekt liegt bei den piezoelektrischen Kristallen vor: Bestimmte Kristalle liefern an zwei gegenüberliegenden Kristallflächen eine elektrische

Spannungsdifferenz, wenn sie einem mechanischen Druck ausgesetzt werden. Läßt man die Druckschwankungen der Luft, wie sie im Schallvorgang gebildet werden, auf einen solchen Kristall wirken, so erhält man in den elektrischen Spannungsschwankungen an den Kristallflächen ein getreues Abbild der Schall-Druckschwankungen, d. h. ein Abbild des Schalles überhaupt. Noch wieder ein anderes, in neuester Zeit bekannt gewordenes Prinzip wird beim Kathodophon verwendet. Ein schwacher elektrischer Strom wird über eine kurze Luftstrecke geleitet. Zu diesem Zwecke muß die Kathode durch eine Hilfsstromquelle dauernd auf Glühtemperatur gehalten werden, damit eine Ionisierung der Luftstrecke eintritt. Der Ionenstrom in dieser Luftstrecke wird nun durch den Schall mit Hilfe eines Trichters, der in eine düsenartige Spitze ausläuft, beeinflusst.

Mit Ausnahme des Kohlekörner-Mikrophons und des Kathodophons sind die oben skizzierten Mikrophone „umkehrbar“, d. h. sie wirken als Telephone oder Schallsender, wenn man ihnen elektrische Leistung in Gestalt von Sprechstrom zuführt. (Als Umkehrung des Kathodophons könnte man höchstens die bekannte sprechende Bogenlampe bezeichnen.) Das Siemens-Bandmikrophon und der Siemens-Bandsprecher, deren Betrachtung wir uns nunmehr zuwenden, sind zwei Apparate, bei denen das Prinzip der Umkehrbarkeit ebenfalls vollständig erfüllt ist. Sie verhalten sich zueinander wie Dynamomaschine und Motor, zwischen denen z. B. für den Fall der Gleichstrom-Nebenschlußmaschine auch durchaus kein Unterschied besteht. Die physikalische Grundlage ist folgende:

A. Bewegt man einen Leiter im Magnetfelde, so entsteht eine elektrische Spannung, und B. schiebt man durch einen Leiter im Magnetfeld Strom, so wird der Leiter in Bewegung gesetzt. Soll dieses Prinzip für akustisch-elektrische Zwecke verwendet werden, so wird es sich offenbar darum handeln, die Bewegungen des Leiters im Magnetfelde möglichst gut auf die Luft zu übertragen (Telephon) und umgekehrt möglichst viel von den Luftbewegungen in der Schallwelle auf den Leiter

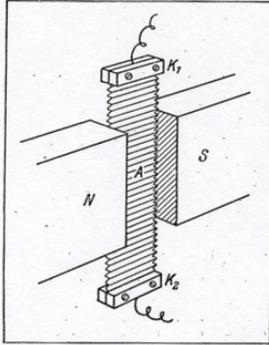


Bild 1. Schematische Skizze der Anordnung.
T.W.L.

(Mikrophon). Zu diesem Zwecke hat schon Werner von Siemens dem Stromleiter die Gestalt einer runden Spule gegeben, die in dem kreisförmigen Feld eines Topfmagneten schwebt und mit einer Membran fest verbunden ist. Bei dieser Konstruktion sind indessen die in Bewegung zu setzenden Massen (Spule, Spulenarmatur, Membran) ziemlich erheblich. Benutzt man dagegen, wie es bei dem neuen Siemens-Bandsprecher geschehen ist, den Stromleiter selbst als „Membran“, so kommt man offenbar mit ganz erheblich geringeren Gewichten aus. Der Leiter erhält dann die Gestalt eines breiten, aber sehr dünnen Bandes, dessen Masse nur noch wenige Milligramm beträgt. Als Bandmaterial eignen sich für diese Zwecke am besten Aluminiumlegierungen, die mit geringem Gewicht gute elektrische Leitfähigkeit vereinen.

In Bild 1 ist die Anordnung schematisch dargestellt. N und S sind die Pole eines Magneten

durch die breiten, als Stromzuführungen dienenden Klemmleisten K_1 und K_2 gehalten wird. Die Kraftlinien des Magnetfeldes verlaufen parallel zu der Ebene des Bandes, während die Stromrichtung (von K_1 und K_2) senkrecht auf der Richtung der Kraftlinien steht. Nach bekannten Regeln wirkt somit die bei Stromdurchgang durch das Band entstehende Kraft so, daß eine Verschiebung des Bandes parallel zu seiner Ebene zustande kommt.

In Bild 1 ist bereits angedeutet, daß das Band mit einer großen Zahl von feinen Querriffeln versehen ist. Dies hat den Zweck, die Quersteifigkeit des Bandes zu erhöhen, vor allem aber wird dadurch erreicht, daß das Band sehr erhebliche Amplituden machen kann, ohne daß dabei nennenswerte rücktreibende Kräfte auftreten.

Eine weitere beabsichtigte Folge dieser eine sehr weiche Federung bietenden Anordnung des Bandes ist das Unhörbarwerden seiner Eigenschwingung, weil die Eigenschwingungszahl kleiner wird als die untere Hörgrenze, die bei etwa 16 Schwingungen in der Sekunde liegt. Nun spielt zwar die Eigenschwingung bei diesen dünnen Bändern keine bedeutende Rolle, weil die Luftdämpfung und die Dämpfung in dem Magnetfelde, in dem sie schwingen, ausgeprägte Resonanzlagen nicht zustande kommen lassen; immerhin aber wird durch die genannte Maßnahme von vornherein jede Bevorzugung von Tonbereichen durch Resonanz ausgeschlossen.

Weiter erhöht wird die Elastizität des Bandes, im besonderen für Lautsprecherzwecke, durch Federung der Klemmstellen K_1 und K_2 (in Bild 1 nicht gezeichnet), wie man sie beispielsweise durch Blattfedern erzielen kann.

Die eben angestellten Erwägungen gelten in gleichem Maße für das Mikrophon sowohl wie für den Lautsprecher. Im äußeren Aufbau sind infolgedessen beide Apparate gleich und lediglich durch die Ausmaße verschieden.

Da die elektrische Energie, die das Bandmikrophon liefert, bequem und völlig einwandfrei verstärkt werden kann, ist es nicht so wichtig, daß der Wirkungsgrad des Mikrophons so hoch wie irgend möglich gemacht wird. Man kommt vielmehr mit Permanentmagneten völlig aus und braucht auch nicht den Schall durch Trichter auf das Band zu konzentrieren. Auch kann man das Mikrophon-Aluminiumband sehr dünn machen

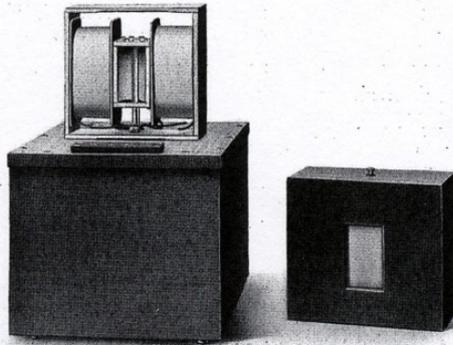


Bild 2. Das Mikrophon.
T.W.L.

und zwar Elektromagneten oder Permanentmagneten. Zwischen diesen Polen befindet sich die Aluminiummembran A, die an den Schmalseiten

(wenige tausendstel Millimeter), da man auf die Festigkeit des Bandes, im Gegensatz zum Lautsprecher, keine Rücksicht zu nehmen braucht. Ein so dünnes Band macht die Schallschwingungen der Luft praktisch ohne jede Trägheitswirkung mit. Auch die höchsten Töne von 20 000 Schwingungen in der Sekunde werden anstandslos vom Mikrophon aufgenommen.

In Bild 2 ist ein Bandmikrophon dargestellt, und zwar mit einem Elektromagnetfeld, das von der Heizbatterie der Verstärkerschaltung aus erregt wird. Man sieht in der Mitte zwischen den beiden Erregerspulen das geriffelte Band (mit einer Breite von 4 mm) lotrecht angeordnet. In dem Kasten unter dem eigentlichen Mikrophon befindet sich ein Verstärker.

Wie bei allen Mikrophonen mit direkter Umsetzung von akustischer in elektrische Arbeit ist die vom Bandmikrophon gelieferte Energie wesentlich kleiner als bei einem Kohlemikrophon. Etwa zwei Verstärkerstufen sind erforderlich, um auf die Lautstärke eines guten Postmikrophons zu kommen. Soll die Wiedergabe in dem Bandlautsprecher erfolgen, so braucht man noch weitere drei Stufen zur Verstärkung. Aus der letzten Stufe erhält man dann einige Watt Sprechstromleistung und muß natürlich Röhren verwenden, die auch tatsächlich eine solche Leistung hergeben können. Die Schaltung der Röhren in der fünfstufigen Verstärkerschaltung ist die sogenannte C-W-Schaltung, bei der die Spannungsschwankungen an der Anode jedes vorhergehenden Rohres auf das Steuergitter des nächsten Rohres übertragen werden durch eine frequenzunabhängige Kopplung über einen Blockkondensator. Von der letzten Verstärkerröhre wird die Energie durch einen passend bemessenen Endübertrager auf das Aluminiumband des Bandsprechers übertragen.

Je nach der verlangten Leistung kann der Lautsprecher mit einem Permanentmagneten oder mit Elektromagneten hergestellt werden. Bild 3 zeigt einen großen Bandsprecher mit einem starken Elektromagneten, der im Luftspalt ein Feld von etwa 10 000 Gauß liefert. Die hierbei verwendeten Bänder sind 1 cm breit und 10 cm lang bei einer Dicke von etwa $\frac{1}{100}$ mm. Dünnere Bänder haben nicht mehr die mechanische Festigkeit, die immerhin erforderlich ist, soll ein solches Band einen großen Saal im Dauerbetrieb mit

Schall erfüllen. Dickere Bänder wiederum haben unnötighohes Gewicht, wodurch der akustisch-elektrische Wirkungsgrad sinkt.

Die in Bild 2 dargestellte Form kann als trichterlos bezeichnet werden. Um eine möglichst ungestörte Schallabstrahlung von dem schwingenden Band zu erzielen, ist zwar der



Bild 3. Großer Bandsprecher.

auf dem Bilde sichtbare Trichter aufgesetzt. Dieser ist jedoch so kurz und von so großem Öffnungswinkel, daß eine besondere Trichterwirkung nicht zustandekommt. Bild 4 zeigt den Bandeinsetz des Lautsprechers. Die keilförmigen Stücke sind eiserne Polschuhe, die in entsprechende Stücke an den Polen des Magnetgestelles passen. Die voneinander isolierten Magnetpole dienen gleichzeitig als Stromzuführungen. Für guten Kontakt ist gesorgt durch Vernickelung der Kontaktflächen,

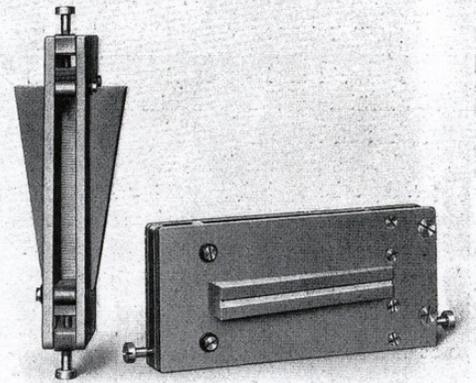


Bild 4. Der Bandeinsetz.

im übrigen bringen die Zugkräfte des Magnetfeldes einen mehr als ausreichenden Kontaktdruck zustande. Man kann also die Bandeinsetze aus-

tauschen, ohne eine Schraube oder einen Kontakt lösen zu müssen.

Der trichterlose Apparat hat eine größere Lautstärke als die bekannten Systeme mit Trichter. Rüstet man ihn mit einem Trichter aus, so erzielt man noch einen weiteren Gewinn an Lautstärke. Sind die Abmessungen des Trichters kleiner oder etwa von der Größe der Wellenlänge der wiederzugebenden Töne, so muß man neben der verstärkenden Wirkung des Trichters auch die Trichterresonanzen in Kauf nehmen. Ebenso wie die Luftsäule in einer Orgelpfeife wird nämlich auch die Luftsäule, die in einem Trichter eingeschlossen ist, stehende Wellen ausbilden, d. h. in diesem Falle bestimmte Ton-

bereiche durch besonders starkes Mitschwingen unangenehm hervorheben. Die Wellenlänge der mittleren in der Sprache vorhandenen Frequenzen ist in Luft etwa $\frac{1}{2}$ m. Somit zeigen alle Trichter von annähernd solchen Abmessungen (Grammophon) den wenig schönen „Trichtercharakter“.

Nimmt man dagegen Trichter von mindestens etwa 4 m Länge und mehr, so bilden sich im Bereich der mittleren Sprechfrequenzen keine stehenden Wellen mehr aus. Versuche mit einem solchen Trichter, der auf dem Dach des Wernerwerkes aufgestellt wurde, haben ergeben, daß in einer Entfernung von mehreren hundert Metern vom Lautsprecher noch jedes Wort mühelos verständlich war.

Technischer Rückblick auf das Jahr 1923

Mitgeteilt vom Literarischen Bureau der SSW.

(Schluß.)

Ein bedeutender Fortschritt in der Herstellung von Hochspannungs-Dreifachkabeln ist dadurch erzielt, daß die SSW diese bis zu Betriebsspannungen von 60 000 V durchgebildet haben. Ein derartiges Kabel wurde bereits in Deutschland verlegt¹⁾.

In den norwegischen Fjorden haben die SSW im Laufe des Jahres 1923 bemerkenswerte Seekabelverlegungen unter Überwindung erheblicher Schwierigkeiten ausgeführt. Es handelte sich um Starkstromkabel für 22 000 V, die in Einzellängen bis zu 3 km ohne Muffe hergestellt und verlegt wurden²⁾.

Die Auswahl an Installationsmaterial hat durch Einführung von Gummischlauchleitungen

für transportable Stromverbraucher eine wichtige Bereicherung erfahren¹⁾.

Ein neuer 6 A-Stecker ist durch seine besonders widerstandsfähige und für die Montage besonders einfache Ausführung auf der diesjährigen Frühjahrsmesse vielfach aufgefallen.

Die Rohrdrahtverlegung wurde durch Einführung der „Nullpha“-Rohrdrähte mit eingelegtem blanken Nulleiter vereinfacht und verbilligt.

Für Metalldrahtlampen ohne und mit Gasfüllung wurden neue Leuchten nach wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchgebildet, die allseitige Billigung bei Fachgenossen und Abnehmern fanden.

Seit kurzem werden von der Firma Gebr. Siemens & Co. für Scheinwerfer zu Kinoaufnahmen großen Stils außer der bisher allein gebräuchlichen unverkupferten, rotierenden Effektkohle, der der Strom am Brennelektroden zugeführt werden muß, verkupferte Elektroden für Stromstärken bis zu 300 A hergestellt. Diese Kohlen bedürfen keiner Stromzuführung am Brennelektroden und keiner Drehung, woraus sich eine wesentlich einfachere Lampenkonstruktion und größere Betriebssicherheit ergab.

Das Zählerwerk hat sein Arbeitsgebiet durch Aufnahme der Herstellung eines Wasserstoff-Elektrolytzählers sowie eines Eichzählers erweitert. Im Zusammenhang mit den bereits er-



Bild 12. 60000 V-Kabel auf dem Transport.

¹⁾ Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 62.

²⁾ Siemens-Zeitschrift, April 1923, S. 161.

¹⁾ Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 50.

Frankfurt a. M. eingebaut sind, ist einwandfrei. Verlegt und montiert wurden die Kabel durch die Deutsche Fernkabel-Gesellschaft. Der größte Teil der Kabel und Pupinspulen für die genannte Strecke wurde von der Siemens & Halske A. G. geliefert, ebenso die Vierdrahtverstärker. Dem Fernverkehr auf den genannten Verbindungen dienen die 0,9 mm starken Adern der Fernkabel in der sogenannten Vierdrahtschaltung, bei der für den Hinweg wie für den Rückweg eine besondere Doppelleitung benutzt wird. Die Kabel sind nach den für das deutsche Fernkabelnetz geltenden Vorschriften mit Pupinspulen von 0,2 Henry Induktivität in Abständen von 2 km ausgerüstet. Die Vierdrahtverstärker werden in Abständen von rund 150 km in den obengenannten Fernverstärkern eingeschaltet. Die auf den erwähnten Fernverbindungen erzielten Erfolge beweisen die Leistungsfähigkeit der deutschen Fernkabel hinsichtlich der Sprechverständigung auf große Entfernungen und zeigen, daß das im deutschen Fernkabelnetz eingeführte System der Pupinisierung und der Fernsprechverstärker auch für Fernverbindungen über die genannten großen Entfernungen vorzügliche Leistungen ergibt.

Der Siemens-Bandsprecher im Freien.

Um die Reichweite des Siemens-Bandsprechers im Freien zu erproben, wurde ein solcher Lautsprecher mit einem 3 1/2 m langen Trichter versehen und auf dem Dach des Wernerwerks in Siemensstadt, d. h. etwa 50 m über der Straße, aufgestellt. Die Achse des Trichters ist dabei mit einer leichten Neigung nach unten so eingestellt, daß der Schall in eine Querstraße zur Front des Wernerwerks, den Hefnersteig, gesendet wird. Diese Straße wird somit ihrer Länge nach vom Schall erfüllt. Weiterhin folgen dann Gärten und ein großer freier Platz, der schließlich durch einen Wald begrenzt wird. Die Entfernung vom Lautsprecher bis zum Wald beträgt etwa 800 m. Das gesprochene Wort war am Waldrande noch soweit verständlich, daß man den Text laufend aufnehmen konnte. Für die Übergabe von Geige und Cello war mit dieser Entfernung die Grenze für müheloses Abhören noch nicht erreicht. Versteht man unter der Reichweite eines Lautsprechers die Entfernung, in der ein Zuhörer noch ohne besondere Mühe und lückenlos der Darbietung folgen kann, so beträgt also die Reichweite des Siemens-Bandsprechers in Richtung des Trichters mindestens 800 m. Vorausgesetzt sind hierbei Verhältnisse in der Atmosphäre, wie man sie im Durchschnitt etwa praktisch erwarten darf, also nicht besonders günstige, sondern vielmehr gestört durch normalen Straßenlärm, die allgemeine akustische Unruhe, wie sie in der Nähe von Fabriken vorhanden ist, und durch die „akustische Trübung“ der Luft, die durch die ungleichmäßige Erwärmung bei Sonnenschein entsteht. Bei Nacht und bei Windstille vergrößert sich die Reichweite eines Schallsenders bedeutend, weil die obigen Störungen wegfallen. Andererseits vermindert sich die Reichweite unter Umständen beträchtlich bei starkem Wind. Bei sehr starkem Lärm, z. B. in unmittelbarer Nähe der raschfahrenden Straßenbahn, ist begreiflicherweise der Lautsprecher nicht mehr zu verstehen. In größerer Entfernung von der fahrenden Bahn (also auch

in größerer Entfernung vom Lautsprecher) übertönt der Bandsprecher wiederum den Lärm.

Die gesamte Fläche, die bei den Versuchen ausreichend von Schall getroffen wurde, betrug etwa 125000 m², d. h. sie bot Raum für eine Versammlung von 1/2 Million Menschen, wenn man die bei Versammlungen durchaus gängige Dichte von vier Personen je m² annimmt.

Unmittelbar unterhalb des Trichters, d. h. also quer zu der Trichterachse, ist weniger gut zu verstehen, weil man hier in der Hauptsache die um die Trichtermündung herum gebeugten tiefen und tiefsten Frequenzen hört.

Freiluftstation in Holland.

Von der Prov. Gelderschen Electriciteits-Maatschappij in Arnheim erhielten die SSW den Auftrag auf Errichtung der Freilufttransformatorstation Lent.

Die Anlage wird nach vollem Ausbau umfassen: vier Transformatoransätze, bestehend aus je drei Einphasentransformatoren von je 1700 kVA, 10000/50000 V in Dreieck-Dreieckschaltung (erster Ausbau: drei Transformatoransätze), sechs ausgehende Freileitungen für 50000 V (erster Ausbau: zwei Leitungen), einen Sammelschienenkupplungsschalter, einen Löschtransformator für 50000 V.

Sämtliche 50000 V-Apparate (Transformatoren, Löschtransformator, Olschalter, Trennschalter, Doppelsammelschienen-system) werden im Freien aufgestellt, während die

Z E I T S C H R I F T

E L E K T R O M A S C H I N E N B A U

Turbogeneratoren für große Leistungen. „Electrical Review“ (Ldn.), 94. Bd., 30. Mai 1924, 2427, S. 898, 2 Abb. (Beschreibung eines Brush-Ljungström-Turbogenerators für 7140 kVA, 525 V.)

Drehstrommotoren mit Geschwindigkeitsregulierung. „Engineering“, 117. Bd., 23. Mai 1924, 3047, S. 658-62, 14. Abb. (Einige neuere Konstruktionen der British Thomson Houston Company werden an Hand von Lichtbildern und Konstruktionszeichnungen beschrieben.)

Die Isolation elektrischer Apparate. P. M. Fleming. „Electrician“, 92. Bd., 30. Mai 1924, 2402, S. 656 bis 57, 1 Kurventafel. (Der Entwicklungsgang in der Konstruktion von Maschinen, Transformatoren und Hochspannungsapparaten mit Bezug auf die verwendeten Isoliermaterialien wird geschildert.)

K R A F T Ü B E R T R A G U N G

Erdschluß und Kurzschluß. R. Bauch. „Elektrotechnik und Maschinenbau“ (Wien), 42. Jg., 25. Mai 1924, 21, S. 335-38. (Vortrag im Elektrotechnischen Verein in Wien über Erdschluß und Kurzschlußerscheinungen von R. Bauch, mit anschließender Diskussion.)

Ein Beitrag zur Richtungsbezeichnung in Vektordiagrammen. Dr.-Ing. H. Kafka. „Elektrotechnik und Maschinenbau“ (Wien), 42. Jg., 25. Mai 1924, 21, S. 329 bis 33, 7 Abb. (Die Bestimmung der Vorzeichen von Spannungen und Strömen bei Wechselstromaufgaben und die damit zusammenhängende Richtungsbezeichnung in Vektordiagrammen.)