



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Modeling für E-Gitarren“

Analysen, Methoden und Reproduktionen

Verfasser

Stefan Schuster

angestrebter akademischer Grad

Magister der Philosophie (Mag.phil.)

Wien, 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 316

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Musikwissenschaft

Betreuer:

Ass.-Prof. Dr. Emil H. Lubej

Inhaltsverzeichnis

Abstract:	4
1. Möglichkeiten für Gitarristen/innen um bekanntes Material nachzumodellieren	5
1.1 Der analoge Weg	5
1.1.1 analoge Rekonstruktion:	5
1.1.2 Nachbau am Beispiel Hendrix:	9
1.2 Der digitale Weg.....	12
2. Jimi Hendrix und der Versuch einer digitalen Reproduktion	16
2.1 Jimi Hendrix, eine kurze Lebensgeschichte des größten Gitarristen aller Zeiten	16
2.2 Jimi Hendrix, seine Ausrüstung und Technik	19
2.2.1 Gitarren (Trampert, 1998:45-60):.....	20
2.2.2 Verstärker:	23
2.2.3 Effekte (Trampert, 1998:61-84):.....	23
2.3 Hendrix Meisterwerk „Little Wing“ als Versuchsobjekt	30
2.4 DigiTech und der Versuch den Klang von Hendrix zu simulieren	35
2.4.1 Geschichte:	35
2.4.2 DigiTech Artist Serie:	36
2.4.3 Funktion und Technik:	39
2.4.4 Wie funktioniert das Pedal und das Production Modeling?	40
2.5 Virtuelle Instrumente und Jimi Hendrix	45
2.5.1 Sounddesign mit Hilfe von nicht gitarrenspezifischen Plugins:	45
2.5.2 Gitarren-Plugins:	46
2.5.3 Analyse der Arbeitsweise:	49
2.6 Ergebnisse eines Versuches	59
2.6.1 Der Versuchsaufbau:	59
2.6.2 Hörtest-Evaluierung:	62
2.6.3 Ergebnisse:	63
3. Digitale Signalprozessoren und deren Verwendung mit Faltungsalgorithmen für die Musikproduktion und speziell für Gitarristen	70
3.1 Eine kurze Geschichte der Signalprozessoren, und der Faltung	70
3.1.1 Geschichte der Prozessoren:	70
3.1.2 Geschichte der Faltung:	71
3.1.3 Impulse und ihre Antworten:	73

3.1.4 Die Faltung für Gitarre:	76
3.2 Ein Überblick über die momentanen Möglichkeiten für Musiker und der Versuch einer Bestandsaufnahme	78
3.1.1 im Studio:.....	78
3.2.2 Live:	81
3.2.3 Gitarre:.....	82
4. Zukunftsperspektiven der Elektronischen Gitarre.....	83
4.1 Die derzeitige Situation.....	83
4.2 Eine mögliche Zukunft	85
5. Abstract.....	87
Literaturverzeichnis.....	91
Bilderverzeichnis	92
Grafiken	93
Evaluierungsbogen.....	94
CD Inhalt.....	97
Little Wing Noten.....	99
Bilder	100
Resümee:	112

Abstract:

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit digitalen der Rekonstruktion bekannter Gitarrenklänge und versucht sie mit analogen Geräten zu vergleichen. Des Weiteren werden aufgrund eines Experimentes verschiedene Methoden, analog, oder digital, verglichen und bewertet. Es wird auch der finanzielle Aspekt näher betrachtet, denn dieser ist ausschlaggebend für die momentanen Entwicklungen. Im Mittelpunkt dieser Diplomarbeit stehen, Jimi Hendrix und dessen Gitarrensound, besonders Hendrix Lied *Little Wing*, das als Vergleichsobjekt für den Versuch dient. Zur Evaluierung werden die Gitarrenprogramme, Amplitube und GuitarRig, ein Jimi Hendrix Effektpedal, welches mit einem digitalen Signalprozessor¹ arbeitet, digitale Effekte eines Sequenzers, und analoge Geräte, benutzt.

Die Diplomarbeit beschäftigt sich außerdem, mit der Analyse, der Arbeitsweise von Gitarrenprogrammen und Effektpedalen, welche mit Faltungsalgorithmen arbeiten, mit Hilfe von Oszillogrammen und Frequenzbandanalysen. Es wird Bezug auf Patenttexte und rechtliche Grundlagen zur Simulation, genommen, da dies ein wichtiger Faktor für den Nutzer² und das Nutzen der Programme und Geräte ist. Andere Bereiche der Musikproduktion, in denen digitale Signalprozessoren und Faltungsalgorithmen benutzt werden, werden ebenso betrachtet, da sie, vor allem bei der Simulation von Studioeffektgeräten, die Lösungen für Gitarristen im Umfang der Daten (Impulsantworten), und Rechenleistung der einzelnen Geräte übertreffen und damit zukunftsweisend für Gitarristen sein können.

Ein weiterer Bestandteil ist die Betrachtung der Faltung für Gitarren, beziehungsweise die Simulation verschiedener Gitarrentypen. Als Beispiel dient eine sogenannte Modeling-Gitarre der Firma Line 6, in der digitale Signalprozessoren verbaut wurden, die mit Faltungsalgorithmen bekannte Gitarrentypen simuliert und ermöglicht diese mit einem Programm am Computer zu bearbeiten. Zum Schluss dieser Arbeit wird dann versucht, aus den gewonnen Erfahrungen, die beste Methode oder eine Kombination mehrerer Methoden zur Rekonstruktion eines bestimmten Stückes zu finden, unter Betrachtung der Klangqualität, des Kostenfaktors und der Bedienbarkeit.

¹ Wird in dieser Diplomarbeit Kurz als DSP bezeichnet

² In dieser Diplomarbeit sind sämtliche geschlechtsbezogenen Äußerungen geschlechtsneutral zu verstehen

1. Möglichkeiten für Gitarristen/innen um bekanntes Material nachzumodellieren

1.1 Der analoge Weg

1.1.1 analoge Rekonstruktion:

Im folgenden Kapitel wird versucht zu zeigen, welche Möglichkeiten bestehen mit analogem Equipment bekannte Sounds nachzumodellieren. Es wird zudem gesondert Bezug auf Jimi Hendrix genommen, da seine Effekte den Schwerpunkt der Arbeit bilden. Auch der Kostenfaktor soll nicht außer Acht gelassen werden, denn dies ist der Hauptgrund für die momentane Entwicklungsrichtung der Effektpedale und Gitarren. Zu Beginn wird auf rein³ analoge und vintage⁴ Technik, danach auf Effektgeräte mit IC's⁵ eingegangen.

Mittlerweile ist in den letzten Jahren ein regelrechter Glaubenskrieg unter Gitarristen, um die verwendete Technik und was den besten Sound erzeugt, entstanden. Die Frage die sich jeder stellt, beziehungsweise stellen muss, ist: „Welchen Musikstil will man spielen?“ Der Markt für Gitarren und Effekte ist heute riesig und beinahe unüberschaubar. Es gibt viele Hersteller, viele davon praktisch Einzelunternehmen, viele Musikstile und unterschiedliche Bedürfnisse. Effektpedale und Gitarre wurden in den letzten Jahren immer billiger, auf der anderen Seite, aber auch immer teurer, man kann also sagen, man findet für jeden Geldbeutel das richtige.

Beispielsweise findet man Verzerrer-Pedale, ab einem Preis von 10€ bis zu 500€, hier betrachten wir natürlich den Preis von neuen Geräten, für sogenannte Vintage-Effekte kann man durchaus das Doppelte, also bis zu 1000€ zahlen. Es besteht auch die Möglichkeit sich seinen persönlichen Effekt bauen zu lassen, in diesem Fall sind die Grenzen nach oben offen.

Es wäre aber ein Trugschluss zu sagen, dass teuer immer besser ist und alt immer besser klingt, denn wie in Kapitel 2.2 erklärt werden wird, sind kaum noch gut erhaltene und vor allem funktionierende Effekte, oder Gitarren erhalten und wie in der Wirtschaft oft üblich, reguliert die Nachfrage den Preis. Deutlich zu erkennen ist das bei vintage Gitarren. Je nachdem welcher Musikstil gerade „in der Mode ist“ bzw. welche

³ Sogenannte Class-A Technologie ohne IC's (Integrated Circuits – Integrierte Schaltungen)

⁴ Vintage – alte Geräte zumeist gebraucht.

⁵ In dieser Diplomarbeit werden Effektpedale mit Integrierten Schaltungen und Transistoren als analoge Geräte bezeichnet, da sie das Signal nicht wandeln. (AD/DA)

Rockstars bestimmtes Equipment benutzen, gibt den Preis vor. So ist in den späten 1980er Jahren, der Absatz von Gitarren mit Singlecoil Tonabnehmern⁶, aufgrund der Entwicklung hin zum Hard Rock und Heavy Metal, zurückgegangen und Gitarren mit Humbucker Tonabnehmer wurden mehr gekauft. (Day, 2007:13)

Heute gliedert sich der Markt für Effektgeräte in drei große Gruppen, Class-A Schaltungen, IC Schaltungen und digitale Pedale, letztere werden im nachfolgenden Kapitel näher besprochen. Class-A Effekte kann man nochmals unterteilen, wenn man alte Schaltungen (Reissues) und Neuentwicklungen unterscheidet. Da Gitarrenschaltungen (größtenteils) sehr einfach aufgebaut sind, finden sich viele Replikat alter Schaltungen in neuem Gewand⁷. Fast jeder größere Effekthersteller hat mindestens ein Pedal im Sortiment, welches nach Hendrix oder anderen berühmten Gitarristen klingt, oder einem „berühmten“ alten Effekt nachempfunden ist. Besonders Jimi Hendrix stellt einen besonderen Anreiz für die Hersteller dar, da viele Musiker sich danach sehnen wie Hendrix zu klingen. In diesem Zusammenhang würde ich gerne Roger Mayer zitieren, auch in Hinblick auf nachfolgende Versuche: „*Hendrix was Hendrix no one ever will sound like him....*“ (Hunter, 2004:165) Diese Antwort gab Mayer auf die Frage was er von den Versuchen, der Industrie und vieler Musiker halte, Hendrix‘ Sound zu kopieren. Diese Aussage steht stellvertretend für die in der Diplomarbeit besprochenen Versuchsbeispiele und soll aussagen, dass eine exakte Kopie aufgrund des menschlichen Faktors nicht möglich ist.

Interessant ist auch, dass nach Hendrix‘ Tod seine Familie eine Firma⁸ gründete, die sich einzig mit der Lizenzierung von Hendrix Merchandise beschäftigt und kontrolliert was Hendrix ist und was nicht, worauf zu späterem Zeitpunkt noch eingegangen wird. Den Großteil des Marktes der Bodeneffekte machen Pedale mit integrierten Schaltungen aus. Dafür sprechen folgende Punkte; IC Schaltungen sind sehr billig, einfach maschinell herzustellen, rauschärmer (wenn man auf die Qualität der ICs achtet) und universell einsetzbar, so kann ein IC für verschiedene Pedaltypen verwendetet werden.

⁶ Eine ausführliche Erklärung der technischen Bauteile einer Gitarre, folgt im zweiten Kapitel dieser Diplomarbeit

⁷ Als neues Gewand sind Geräte gemeint die Hersteller als Kopie einer alten Schaltung verkaufen



⁸ „Authentic Hendrix“ (www.authentichendrix.com)

Anders verhalten sich hier Transistoren⁹, vor allem in Reissues¹⁰, die von Hand ausgewählt werden müssen. Der größte Hersteller der mit IC Schaltungen arbeitet, und hier angeführt werden soll, ist **Boss**. Natürlich hat Boss auch DSP gestützte Multieffektpedale im Angebot, aber der Großteil der Geräte wird mit ICs aufgebaut. Wie bereits weiter oben beschrieben, ist dieses Schaltungsdesign für die immer stärker fallenden Preise bei Bodeneffekten, verantwortlich. Wobei Boss hier, zur sogenannten oberen Mittelklasse gehört, denn die Unterschiede in Qualität und Preis der Pedale, sind vor allem durch die Qualität der Bauteile bestimmt. Da diese Schaltungen mit sehr wenig Aufwand modifiziert und umgebaut werden können, ist es in diesem Bereich üblich, dass jeder Hersteller für jedes Genre ein Pedal im Angebot hat. Wenn man die Produktpalette von Boss im Bereich der Verzerrer-Pedale betrachtet, so finden sich 11 Geräte dieses Herstellers¹¹ in einem Preisbereich von ca. 50 – 100 €¹². Der Hersteller hat praktisch für jeden Musikstil ein eigenes Pedal, von Blues, zu Grunge, bis Heavy Metal, wobei das Grunddesign der Pedale immer dasselbe ist. Beispielbilder des Innenlebens eines Boss Gerätes sind im Anhang dieser Arbeit zu finden. Natürlich gibt es zahllose Firmen die Pedale mit integrierten Schaltungen bauen, und Boss sollte hier nur als Beispiel dienen.

Ein anderer Fall sind vintage Schaltungen, die auf dem exakten Nachbau basieren. Dabei muss man aber zusätzlich unterscheiden, ob sie NOS (New-Old-Stock) Bauteile verwenden, oder die Schaltung mit neuen Bauteilen, die zur heutigen Zeit hergestellt werden, nachbauen. Gerade in diesem Bereich spielt das oben angesprochene Problem der Lizenzierung eine große Rolle, da einige Pläne patenrechtlich geschützt sind, und andere wiederum nicht (mehr)¹³. Da die Schaltungen zumeist sehr einfach gebaut sind, sind daher noch bestehende Patente leicht zu umgehen. In den meisten Fällen sind es Firmen aus Asien die Kopien, mit, oder ohne, Lizenz bauen, wobei viele Hersteller selbst in Asien ihre Geräte herstellen. So kommt es aber auch vor, dass einige Firmen zweimal dasselbe Pedal im Angebot haben, einmal beispielsweise in Taiwan und einmal in den USA produziert. Ein Beispiel dafür, wäre die amerikanische Firma Elektro Harmonix, welche in den USA hergestellte und in Russland produzierte Geräte verkauft, wobei der Preisunterschied der Pedale, bei ungefähr 30€ liegt. Viele der

⁹ Siehe Auszug von einem Interview mit Roger Mayer (Hunter 2004, 158) *Kapitel 2.2*

¹⁰ Bezieht sich auf NOS- „new old stock“ Bauteile

¹¹ Stand 10.10.2009 (angeben auf der Homepage des Herstellers)

¹² Ungefährer Preis laut www.thomann.de

¹³ Für viele der Schaltungen ist der Patentschutz in den USA bereits ausgelaufen
<http://www.uspto.gov/inventors/patents.jsp#heading-5>

Firmen die bereits in den 60er und 70er Jahren Pedale bauten, haben dieselben Pedale auch heute noch im Sortiment und produzieren sie praktisch unverändert. Preislich liegen solche „Klassiker“ aber deutlich über den günstiger hergestellten Nachbauten von heute. Firmen wie Vox, Marshall und andere, gehören heute zwar meistens großen internationalen Unternehmen an, beispielsweise der, Harman International Group, zu der Firmen wie DigiTech, Lexicon, JBL, DBX, Crown, Soundcraft und AKG gehören, bauen aber noch immer eigenständig. Daher ist es auch verständlich, dass gewisse Designs oder Lizenzen von einer Firma zur anderen weitergegeben werden, oder aus wirtschaftlichen Gründen ganze Firmenteile fusionieren, (ähnliches geschah mit DOD/DigiTech, siehe Kapitel 2.4).

Ein anderes Designkonzept sind Pedale die als zusätzliche Vorstufe zum Gitarrenvorverstärker fungieren (Bilder im Anhang). Diese Pedale stellen den nächsten logischen Schritt in der Verstärker und Effektpedal Entwicklung dar, denn sie sind eine Mischung, aus einem konventionellem Verzerrer Pedal, mit den Vorteilen die eine Röhrenverzerrung bietet.

Die Verwendung eines alten Röhrengitarrenverstärkers bei Aufnahmen im Studio oder auf der Bühne, stellt zumeist eine Herausforderung dar, denn die Endstufen liefern erst bei hoher Lautstärke und Übersteuerung die gewünschten Obertöne, die ausschlaggebend für die Verwendung von Röhren sind. Oftmals ist es aber nicht möglich, mit solch hoher Endstufenleistung zu spielen, da der Raum zu klein, oder der Verstärker im Verhältnis, überdimensioniert ist. Für solche Fälle wurden schon in den 1970er Jahren, sogenannte Power-Soaks entwickelt, um, wie der Name schon sagt, dem Verstärker Leistung „abzusaugen“. Dies geschah mit Hilfe von Widerständen¹⁴, die je nach Wunsch Last simulierten. Heute sind Power-Soaks kaum mehr verbreitet, da die meisten neuen Verstärker einen Schalter um die Endstufenleistung zu reduzieren, oder sogar einen Aufnahme-Ausgang, besitzen, jedoch alte Verstärker müssen auch heute noch, auf die eine oder andere Weise gedrosselt werden.

Vorverstärker mit Röhren im Pedalformat, haben den Vorteil, klein und transportabel zu sein und bieten dieselbe Schaltung die in Vorstufen von „großen Röhrenverstärkern“ zu finden ist. Dazu muss der Strom auf Hochspannung transferiert werden, damit die Heizspulen der Röhren arbeiten. Zusätzlich bietet ein solches Pedal weitere Kanäle für Verstärker, da per Fußschalter, zumindest zwei Kanäle (Rhythmus/Solo) angewählt

¹⁴ Zumeist wurden hier Glühbirnen verwendet, die je nach Watt Zahl, Leistung, in Licht beziehungsweise Wärme umwandelten.

werden können. Gerade solche Pedale werden heute gerne verwendet um im Studio aufzunehmen, da viele Modelle einen Aufnahme-Ausgang mit integrierter Lautsprechersimulation besitzen und man sich somit die Mikrofonierung der Box und den gesamten Aufnahmerraum ersparen kann.

Diese Pedale sind im Verhältnis zu „echten“ Verstärker relativ günstig, bieten aber auch eingeschränkte Möglichkeiten den Klang zu beeinflussen. Da aber der Markt trotz allem sehr groß für solche Pedale ist, haben die meisten Verstärkerhersteller, wie Marshall, Fender, Mesa Boogie und VOX auch ein Röhrenpedal im Angebot.

Stellt man sich nun der Herausforderung Hendrix Sound „nachzubauen“ so muss man, wenn man sich direkt am Original orientiert, viel Geld zur Verfügung haben. Später werden wir auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, nicht die original (exakt jene Hersteller, welche Hendrix bevorzugte) Effekte, sondern Replikat (selber Effekt, aber günstiger Nachbau) zu verwenden.

1.1.2 Nachbau am Beispiel Hendrix:

Bei der folgenden Auflistung wird versucht, das Equipment von Jimi Hendrix im Jahr 1969, für Bühnenauftritte nachzustellen, da dies einerseits leichter nachzuvollziehen, denn das im Studio verwendete Equipment von Hendrix wurde zumeist modifiziert (siehe Kapitel 2.2), und andererseits sind detaillierte Aufzeichnungen von Hendrix Bühnenequipment zu finden. (Trampert 1998, 44-83)

1969 bestand Hendrix Equipment auf der Bühne aus¹⁵:

Marshall 100 Watt Super Lead Top	ca. 1700 €
Box mit 4x12" Celestion Lautsprechern bestückt	ca. 700 €
Fender Stractocaster Baujahr 1962 – 1969	ca. 2500 – 5000 €
Dallas Arbiter Fuzz	ca. 100 €
UniVibe	ca. 250 €
Vox Wah-Wah	ca. 100 €
Octavia Fuzz	ca. 200 €

Daraus würde sich eine Gesamtsumme von ca. 6000 € ergeben, nach dieser Investition besitzt man zwar Hendrix' „original“ Equipment, ist aber preislich noch weit entfernt, von den Preisen die Vintagegeräte erzielen.

¹⁵ Nebenstehend sind die aktuellen Verkaufspreise der Firma Thomann (www.thomann.de) im Oktober 2009 für das angegebene Equipment angeführt

Würde man in Equipment investieren das 1969 gebaut wurde, könnte man je nach Zustand der einzelnen Teile, durchaus noch eine Null an die Gesamtsumme anhängen. So werden gut erhaltene Fender Stratocaster aus den Jahren 1966 – 70 mit 10.000 \$ und mehr gehandelt (Fjestad 2005, 309). Dazu muss man sagen, dass die 1969er Modelle besonders jene in der Farbe „Olympic White“, aufgrund des engen Bezugs mit Hendrix, am meisten wert sind und durchaus um mehr als 12.000 \$ verkauft werden.

In anderen Sphären liegen wiederum die Preise von Gitarren und Geräten die Hendrix wirklich gespielt hat, so wurde eine Stratocaster bei einer Auktion in London im September 2008 um 345.000 € versteigert¹⁶ und ein Wah-Wah Pedal von Vox wurde im Mai 2008 in Hollywood um 20.000 \$¹⁷ versteigert. Man sieht also das Geschäft mit Vintage und Antiquitäten boomt zurzeit.

Wenn man nun von den Markennamen absieht und versucht das Equipment von Hendrix auf die wesentlichen technischen Schaltungen reduziert, so könnte man sagen, Hendrix gewann seinen Sound, aus einem Röhrenverstärker mit einer Box mit Celestion Lautsprechern, einer Stratocaster mit Single Coil Tonabnehmern, einem Verzerrer mit Germaniumtransistoren, und einem Wah-Wah Pedal. So wäre es auch möglich ein ähnliches Equipmentsetup, schon für einige hundert Euro zusammenzustellen.

Ganz allgemein gesehen, muss man, wenn man die Überlegung anstellt, den Klang eines Musikstücks nachzuahmen, sich genau informieren welches Equipment, derjenige verwendet, oder zu dieser Zeit verwendet hat, beziehungsweise welche Geräte im Studio für die Aufnahme zur Verfügung standen. Hat man dies einmal herausgefunden, oder herausgehört, dann ist die Grundlage geschaffen worden. Wie schon zuvor erwähnt ist die beste, aber auch kostspieligste Methode, exakt die Geräte nachzukaufen die verwendet wurden, denn selbst wenn man den Verzerrertyp, beispielsweise Fuzz, kennt, gibt es noch immer viele verschiedene Geräte, die dieselbe Verzerrung produzieren. Ähnliches gilt für andere Glieder der Signalkette. Dabei ist aber auch zu erwähnen, dass viele Musiker im Studio eine Palette von Effektgeräten, Verstärkern und anderem Equipment benutzen, um den gewünschten Sound zu schaffen, und viele Studios haben heutzutage, selbst ein eigenes Lager an Equipment. Daher sind, die einzelnen Glieder der Kette nur schwer zu eruieren. Heutzutage ist es nicht mehr möglich, ein „universelles Rezept“ anzugeben, da einfach zu viel Equipment vorhanden ist, welches so spezifisch, also für eine bestimmte Musikrichtung (zum Beispiel Verzerrer für Blues

¹⁶ <http://www.spiegel.de/kultur/musik/0,1518,576401,00.html>

¹⁷ <http://www.juliensauctions.com/auction-highlights.html>

bis Heavy Metal), oder eine Spielweise (beispielsweise Wah-Wah Pedale (Kapitel 2.2) für Funk bis Rock), entwickelt wird und zusätzlich viele Möglichkeiten zum Sounddesign bieten.

In den 1960er und 70er Jahren war das noch ganz anders, denn Marshall brachte seinen ersten Verstärker 1962 (Lemme, Gitarrenverstärker Sound 1995, 16) auf den Markt und der erste Verstärker überhaupt, wurde um 1935 von der amerikanischen Firma Rickenbacker zu den ersten E-Gitarren von Gibson (Modell ES-150) (Lemme, Gitarrenverstärker Sound 1995, 14) auf den Markt gebracht. Folgendes mag nun ein wenig pathetisch klingen, aber war man Musiker zu dieser Zeit, hatte man nicht die Auswahl, die einem heute zur Verfügung steht, so stellte sich auch nicht die Frage welches der hunderten Effektpedale man benutzen soll, da es vor 1960 praktisch keine Pedale gab!

So könnte man resümierend über die damalige Zeit sagen, man spielte entweder einen Fender oder einen Marshall Verstärker, mit einer Gibson oder Fender Gitarre. Diese Darstellung ist natürlich ein wenig überzogen, aber es ist seit langem so, dass diese beiden Hersteller den Markt dominieren, wobei für Heavy Metal und härtere Rockmusik seit den 1980er Jahren zusätzlich, Mesa Boogie bei den Verstärkern und EMG für Tonabnehmer, zu erwähnen sind. Dabei unterscheiden sich diese drei Firmen in ihren Sparten so deutlich, dass man hier eine grundlegende Entscheidung treffen muss, welchen Klang man sucht.

Im Zuge meines Versuches für diese Diplomarbeit wurde für mich deutlich, dass wenn man einen ganz speziellen Klang rekonstruieren möchte, die Grenzen von analogem Equipment, schnell erreicht sind und in weiterer Folge, auch nicht mehr ausgedehnt werden können, so bin ich der Meinung, dass auf traditionelle Weise, der Klang einer Gitarre nicht so stark verändert werden kann, dass sie nach einer Gitarre anderen Bauart, bzw. mit anderen Tonabnehmern klingt und man daher gezwungen ist, dass, will man so nahe wie möglich das klangliche Original erreichen, entweder auf die original Bauart, beziehungsweise Verstärker und Effekte, oder zumindest, auf den selben Typ zurückzugreifen. Diese Aussage wird an späterer Stelle, bei der Auswertung der Ergebnisse meines Versuches nochmals aufgegriffen.

1.2 Der digitale Weg

Heute hat sich die digitale Aufnahmetechnik als Standard in Studios durchgesetzt. Durch diese Technik ist es nun möglich, effizienter in vorhandenes Audiomaterial einzugreifen da nur mehr Informationen digitaler Daten verändert werden. Man kann hier verlustfrei arbeiten und Fehler können korrigiert werden. In der Fachsprache nennt man dies, non-destruktives Arbeiten, da je nach Einstellung des Sequenzers¹⁸ eine bestimmte Anzahl an Rückschritten, sogenannten undo- steps vorhanden sind. Größter Vorteil an der Arbeit mit digitalen Instrumenten ist, dass zu jeder Zeit das ursprüngliche Signal erhalten bleibt. Das bedeutet, dass das aufgenommene Signal, sei es Midi oder Audio, zwar wie auf den nachfolgenden Seiten beschrieben, verändert wird, aber nur zum Zeitpunkt der Wiedergabe. Da Programme zur Simulation von Gitarrenverstärkern und Effekten mit Faltung (näheres dazu in Kapitel 3.1) arbeiten, stellt dies aber gleichzeitig eine hohe Anforderung an den Computer und dessen Rechenleistung. Auf der anderen Seite kann so, schnell eine tiefgreifende Veränderung am Klang einer Aufnahme vorgenommen werden und die Methode bietet die Möglichkeit, auch im Nachhinein noch Einfluss zu nehmen, ohne nochmals das Stück aufnehmen zu müssen. Einen weiteren Vorteil bietet die Arbeit mit digitalen Instrumenten bzw. Effekten, da sie nur mit Algorithmen und Daten arbeiten, sind die Einstellungen jederzeit speicherbar und wieder abrufbar, so geht nicht wie so oft in der Geschichte geschehen, ein Sound verloren¹⁹ und das Suchen nach dem „richtigen“ oder gewollten Sound wird verkürzt und erleichtert. Diese Technik ist bedingt durch die Steuerbarkeit der einzelnen Parameter auch im Livebetrieb, also auf der Bühne einsetzbar und diese Art der Verwendung nimmt stetig zu, da die Vorteile, wie Mobilität, Platzersparnis, Simplität (keine Mikrofonierung, Aufbau der Verstärker und Boxen) und Beständigkeit des Sounds (wie zuvor beschrieben, durch Speicherung der Presets), klar auf der Hand liegen. Dennoch ist es selbst heute noch von Vorteil, ein Grundwissen über die „alte“ Technik und Methode zu besitzen, denn gerade die Impulsantworten, die heute zur Modellierung herangezogen werden, stammen von analogen Geräten. Zum detaillierten Aufbau solcher Programme siehe Kapitel 2.5. Es soll an dieser Stelle aber keine Ausführung über digitale Aufnahmetechnik folgen, sondern nur der Einleitung dienen.

¹⁸ Computerprogramm zur Aufnahme und Bearbeitung von aufgenommenen Signalen

¹⁹ Wenn man von der langfristigen Konservierung der Daten absieht, da dies ein anderes Problem darstellt

Wie beschrieben, existieren auch sehr spezielle Effektpedale, die auf einen gewissen musikalischen Genre, oder einen Künstler abzielen. Grundsätzlich kann man die digitalen Methoden für Gitarristen die zur Rekonstruktion eines Klanges zur Verfügung stehen, in zwei verschiedene Kategorien unterteilen.

Die erste Gruppe bilden Methoden die auf der Faltung von Signalen mit Impulsantworten basieren. Dabei müssen verschiedene Plattformen unterschieden werden, so kann einerseits die Faltung von dem Prozessor²⁰ in einem Computer oder in einem Effektpedal vorgenommen werden. Beide Arten bieten Vorteile und Nachteile, welche sich die Waage halten sollen. So spricht für die Faltung am Computer, dass sie wesentlich flexibler mit größeren Daten durchgeführt werden kann, aber sehr rechenintensiv ist, und wenn die CPU nicht schnell genug ist, latenzbehaftet²¹ ist. Jene Programme die in dieser Diplomarbeit zur Klangsimulation verwendet wurden, nutzen die Rechenleistung der CPU zur Modulation des Klanges. Wie oben erwähnt, ist die Rechenleistung des Systems limitiert und die CPU wird, falls gleichzeitig mehrere Programme geöffnet sind und verwendet werden, mehrfach belastet, denn sie steht dem gesamten System zur Verfügung.

Die andere Methode wie die Faltung berechnet wird sind DSP²² gestützte Systeme. Dabei werden ein DSP oder sogenannte Farmen²³ dazu genutzt, die Rechenoperationen schnell zu erledigen ohne das System selbst, wenn wir von DSP Farmen in Computern sprechen, zu belasten. Größter Vorteil ist, dass DSPs diese Vorgänge wesentlich schneller erledigen können, und so die Informationen über welche das Signal gefaltet werden, umfangreicher sein können. Auf dem Markt sind heutzutage viele Hersteller vorhanden die Lösungen auf diesem Weg anbieten. Dabei beruht das Konzept in den meisten Fällen, auf externen Lösungen, also finden die Rechenoperationen außerhalb des Computers statt. Dabei werden die Geräte entweder durch eine Schnittstelle²⁴ und einem Kabel, oder mit Hilfe einer Steckkarte²⁵ mit dem Computer verbunden. Bei dieser Methode werden, wie bereits erwähnt, umfangreichere Faltungen möglich, resultieren aber durch den Transfer und der Berechnung der Daten in teils hohe Latenzzeiten, die wiederum durch die Sequenzer ausgeglichen werden müssen und machen eine

²⁰ Es wird von hier an, wenn von einem Computerprozessor gesprochen wird, dieser als CPU bezeichnet um Verwechslungen mit einem DSP zu vermeiden

²¹ Zeitverzögerungen

²² Siehe Kapitel 3.1

²³ Mehrere DSPs in einem Gerät

²⁴ Beispielsweise über USB (Universal Serial Bus) oder Firewire

²⁵ Schnittstelle PCI oder PCI Express (Standardisierte Schnittstelle die sich am Motherboard, Hauptplatine des Computers, befindet)

Aufnahme von Signalen und gleichzeitige Nutzung der Plugins unmöglich. Interne DSP Plattformen können somit auch schneller oder umfangreicher arbeiten, da sie nicht auf einen Transfer über USB oder FIREWIRE angewiesen sind und direkt mit dem Computer kommunizieren können. Trotz der erhöhten Transferrate ist aber eine latenzfreie Berechnung nicht möglich. DSP Systeme die mit dem Computer kommunizieren sind aber immer Kompromisslösungen, denn einerseits ist die Rechenleistung der DSPs begrenzt andererseits, muss eine gewisse Leistung geliefert werden. Das bedeutet dass die Simulationen möglichst detailgetreu, und umfangreich sein müssen, die Latenz aber niedrig gehalten werden muss, und das ganze System soll noch für die breite Masse leistbar sein, aber gleichzeitig eine möglichst große Zahl an verfügbarer Instanzen bieten²⁶.

Zu der ersten Gruppe der digitalen Rekonstruktion gehören auch digitale Effektpedale. Diese Pedale haben DSPs verbaut und arbeiten nach demselben Prinzip wie die DSP Plattformen im Computer. Entscheidender Vorteil gegenüber der computergestützten Faltung ist, dass die zur Faltung notwendigen Daten direkt auf dem Gerät in einem EPROM bzw. ROM(Schild 2005, 63)²⁷ vorhanden sind und der DSP nur mit diesem kommuniziert, da je nach DSP-System die Daten der Effekte auf der Festplatte des Computers gespeichert sind und an die Geräte gesendet werden. Dadurch sind die Möglichkeiten limitiert und können auch nicht erweitert werden, aber das Gerät kann das was es kann, latenzfrei und kompromisslos ausführen. Komplizierter ist bei den Pedalen die Qualitätsfrage, da das Signal digitalisiert und wieder in ein analoges Signal umgewandelt werden muss und hier, wenn Einsparungen vorgenommen werden, ein Qualitätsverlust entsteht und hörbar wird. Auch räumlich wird an diese Pedale ein hoher Anspruch gestellt, denn sie müssen klein, leicht, gut zu bedienen und zudem so günstig wie möglich sein, da anders als bei Systemen in Computern keine Möglichkeit zur Erweiterung besteht und das Pedal räumlich nicht erweiterbar ist. Näheres dazu ist im Kapitel 2.4 zu finden.

Eine andere Methode zur Rekonstruktion ist der Nachbau mit digitalen Effekten, der nur am Computer erfolgt. Dieser Ansatz ist der Aufwendigste, da man einerseits, ähnlich der analogen Rekonstruktion, die verwendeten Effekte genau kennen, und andererseits einen enormen Aufwand zum Nachbau betreiben muss. Die Möglichkeiten für das

²⁶ Als Instanz wird hier die größtmögliche Zahl an gleichzeitig nutzbarer Effekte bezeichnet

²⁷ Erasable Programmable **Read-Only Memory**: Ein Speicher der nur gelesen werden kann (wörtlich: löschbarer programmierbarer **nur lesbarer Speicher**)

Sounddesign sind aber hierbei nur durch die Rechenleistung limitiert. Die grundsätzliche Arbeitsweise besteht aus der Stufenweisen Veränderung des Signals. Wenn man davon ausgeht, dass man eine Gitarre ohne jegliche Effekte, Verstärker und Mikrofone aufnimmt, hat man ein trockenes Signal, das dann in weiterer Folge mit Effekten bearbeitet wird. Wenn man nun versucht einen bestimmten Gitarrensound nachzuahmen, könnte man im Vorfeld, falls man den verwendeten Gitarrentyp nicht zur Verfügung hat, mit einem Equalizer arbeiten um den Grundklang, soweit wie möglich in die gewünschte Richtung zu bearbeiten. Wenn man des weiteren weiß, dass beispielsweise ein Röhrenverstärker, ein Wah-Wah und ein Fuzz verwendet wurden, würde man ein Filterplugin, gefolgt von einem digitalen Verzerrer und einer Röhrensimation, in dieser Reihenfolge, als Effekte einfügen.

Dabei ist zu beachten, dass digitale Verzerrer vor einer Röhrensimation, nicht denselben Effekt haben wie Fuzzpedale vor Röhrenverstärkern, da die Plugins die markanten Effekte herausarbeiten. Das bedeutet, wenn man eine Röhre hört erwartet man sich eine harmonische dynamische Verzerrung, bei Transistoren eine komprimierte scharfe Verzerrung (Lemme, Gitarrenverstärker Sound 1995, 46). Problematisch ist eben in diesem Fall aber, dass die einzelnen Effekte nicht dynamisch aufeinander reagieren, im Gegensatz zu analogen Geräten, wo die Transistorverzerrer oftmals dazu genutzt werden, die Vorstufe der Röhrenverstärker zusätzlich zu übersteuern. Klanglich gesprochen verzerrt hier das Verzerrerplugin und das Röhrenplugin verdichtet das Signal, und nimmt die Schärfe. Das heißt, dass der Verzerrung die vor der Röhrensimation Sägezahn ähnlich war, die Zähne gekappt werden und die Schwingung rechteckiger, damit weniger scharf wird.

In weiterer Folge, nachdem der Verzerrungsgrad eingestellt ist, wird nun ein Raum mit Hilfe eines Hallplugins geschaffen, um die Mikrofonierung zu simulieren. Falls dann noch Effekte wie Leslie oder ähnliches bei der Aufnahme verwendet wurden, sollte dies am Ende der Effektkette eingefügt werden, um das gesamte Signal durch den Effekt zu schleifen. Wenn alle Effekte in der Kette sind, wäre es denkbar, noch einen Equalizer einzufügen, um das Frequenzspektrum zusätzlich noch einmal zu beeinflussen zu können.

Ein Argument das für diese Methode spricht ist, dass die zur Rekonstruktion notwendigen Plugins, wie Verzerrer, Equalizer, Filter und ähnliches zumeist in den Sequenzern von Haus aus enthalten sind und somit keine zusätzlichen Kosten anfallen.

2. Jimi Hendrix und der Versuch einer digitalen Reproduktion

2.1 Jimi Hendrix, eine kurze Lebensgeschichte des größten Gitarristen aller Zeiten

Johnny Allen Hendrix^{28 29} geboren am 27. November 1942 in Seattle, Washington und am 18. September 1970 in London, als Jimi Hendrix im Alter von 27 Jahren verstorben, gilt heute als einflussreichster Gitarrist aller Zeiten. Das *Rolling Stone Magazine*³⁰ sieht ihn als besten Gitarristen aller Zeiten. Lothar Trampert schreibt: *„Der englische Musiksoziologe Simon Frith bezeichnet 1967 – damals erlebte Hendrix seinen Durchbruch zum internationalen Star – als das Jahr, in dem die Popmusik zur Rockmusik wurde. Genauer gesagt: Der Rock wurde zur bedeutenden Strömung innerhalb der Popmusik. Aber auch der vielzitierte Zeitgeist änderte sich: „Die Vorstellung von den „rebels without a cause“, der rebellischen Jugend der fünfziger Jahre, wandelte sich zu dem Bild von den „rebels with a cause“, der politischen Jugend der sechziger Jahre; die Showbusiness-Ehrlichkeit der fünfziger Jahre wurde zur künstlerischen Ehrlichkeit der sechziger Jahre“ (Frith)“* (Trampert, 1998: 8)

Hendrix wurde am 27. November 1942 als Kind von Allen und Lucille Hendrix geboren. Da sein Vater zur Armee eingezogen wurde und Lucille erst 17 Jahre alt war bei der Geburt, verbrachte er seine ersten vier Lebensjahre bei seiner Großmutter. Nach der Entlassung aus der Armee holte sein Vater ihn wieder zu sich und taufte das Kind in James Marshall Hendrix am 11. September 1946 um, von da an trug er den Spitznamen Jimmy. Hendrix wuchs in einem zerrütteten Elternhaus auf, und war ein sehr zurückgezogenes Kind. Mit 17 Jahren gründete er seine erste Band *the Valvetones*, wobei er zu Anfang als Bassist spielte. Es folgte mehrere kurze und erfolglose Musikprojekte bis 1961, dann trat Hendrix als Fallschirmspringer in die Armee ein, aus der er aber bereits 1962, wegen einer Verletzung, wieder entlassen wurde. Nach dieser Zeit entschied Hendrix sich dafür, zu versuchen, von der Musik zu leben. Er ging mit Billie Cox (späterer Bassist in seiner Gruppe), welchen er bei der Armee kennengelernt hatte, nach Nashville Texas und spielte in einer Gruppe, die als Begleitgruppe von

²⁸ Alle Biografischen und Diskografischen Angaben zu Hendrix aus (Trampert 1998, 23-43 und 194-200)

²⁹ Hier der Einfachheit wegen als Jimi Hendrix genannt (Namensänderung aufgrund von Imagewechsel)

³⁰ Ausgabe von Februar 2006

Musikern arbeitete. So trat Hendrix in der folgenden Zeit mit B.B. King, Little Richard, und anderen auf. 1964 ging er zurück nach New York und unterschrieb einen Vertrag, auf den später noch gesondert eingegangen wird, bei Ed Chaplin dem Produzenten von Curtis Knight. Hendrix spielte zwischenzeitlich, auch mit der Ike und Tina Turner Band.

Dann lernte er den ehemaligen Animals-Bassisten Chas Chandler kennen, der nachdem er Hendrix spielen hörte, ihn sofort unter Vertrag nahm. Hendrix zog nach London und Chandler beauftragte ihn mit der Gründung einer eigenen Gruppe. Im Herbst 1966 formierte er mit Noel Redding³¹ und Mitch Mitchell³², die Jimi Hendrix Experience und sie spielten ihre ersten Auftritte. Die ersten Studioaufnahmen erfolgten am 23. und 30. Oktober 1966 in London (Trampert, 1998:30), dabei wurde am ersten Tag die A-Seite³³ *Hey Joe* und eine Woche darauf *Stone Free* aufgenommen. Am 16. Dezember 1966 wird *Hey Joe* veröffentlicht und steht bereits am 4. Februar 1967 auf Platz 4 der englischen Charts, wobei Hendrix wenig glücklich über diesen Erfolg war, da es sich um einen traditionellen amerikanischen Folk Song handelt und dieser nicht von Hendrix selbst komponiert wurde. So bezeichnete er *Hey Joe* als: „...really a cowboy song. That isn't us...“ (Trampert, 1998:30). Daher wurde als zweite Single *Purple Haze* am 17. März veröffentlicht, die Hendrix Gitarrenspiel stärker betonen sollte. Diese zweite Veröffentlichung brachte Hendrix endgültig den Durchbruch. Am 12. Mai 1967 wurde dann, das erste Studio Album *Are You Experienced* zuerst in Europa und im August 67⁴ auch in Amerika auf den Markt gebracht. Der Erfolg kam schlagartig und Hendrix tourte fast ununterbrochen auf der ganzen Welt. Zwischendurch arbeitete er an Material für das zweite Studioalbum der Gruppe, das im Dezember 1967 unter dem Namen *Axis: Bold As Love* erschien, und es in den USA und England bis auf Platz 3 der Album Charts schafft. In weiterer Folge erscheint im Frühjahr 1968 die LP *Smash Hits*, eine Zusammenstellung von Aufnahmen für die ersten beiden Platten. Es folgte wieder eine viermonatige Tournee, durch Europa und Amerika und im Oktober 1968, erschien das Doppelalbum *Electric Ladyland*. Zu dieser Zeit war das Trio bereits durch interne Streitigkeiten zerbrochen und Hendrix spielte seit einiger Zeit mit der Band *Gypsy Sun & Rainbow*, in welcher nur Mitchell Hendrix' alter Schlagzeuger, von der ursprünglichen Besetzung erhalten blieb. Mit ihnen spielte Hendrix auch den legendären

³¹ * 25. Dezember 1945; † 11. Mai 2003, Bassist der Jimi Hendrix Experience

³² * 9. Juli 1947 † 12. November 2008, Schlagzeuger d. J.H. Experience

³³ Langspielplatten Singles hatten eine A u. B Seite wobei A der wichtige „vorzeige“ Song, und B als Zugabe zu sehen war.

Auftritt beim *Woodstock Festival* im August 1969. Doch die Band löste sich bereits im Oktober wieder auf und Hendrix gründete die *Band of Gypsys*, welche zwar viel Zeit im Studio verbrachte, aber nicht länger als zwei Veröffentlichungen von Livekonzerten im New Yorker Musiktheater Fillmore East und der Weihnachtssingle *Silent Night* bestand. Im Frühjahr 1970 kommt es zu einer Neuauflage der *Jimi Hendrix Experience* mit Mitch Mitchell am Schlagzeug, aber dieses Mal mit Billy Cox³⁴ am Bass. Kurz nach der Neuformierung ging die Gruppe direkt ins Studio³⁵ und um an Hendrix letzten Studioalbum zu arbeiten, zu dessen Fertigstellung es nicht mehr kommen sollte. In diesem Studio war auch Eddie Kramer ständiger Aufnahmetechniker, auf welchen zu späterem Zeitpunkt in dieser Arbeit näher eingegangen wird. Seinen letzten „großen“ Auftritt hatte die Jimi Hendrix Experience, am 30. August 1970, beim Isle of Wight Festival, bei dem der durch starken Drogenkonsum gezeichnete Hendrix, schon schwerste Probleme hatte, seine Leistung auf der Bühne zu zeigen. Das letzte Konzert spielte die Gruppe am 6. September 1970 auf der Ostseeinsel Fehmarn. Knapp zwei Wochen später stirbt James Marshall Hendrix an den Folgen einer Barbituratvergiftung im St. Mary Abbot's Hospital und reiht sich so in die Liste an Rock Superstars wie Janis Joplin, Jim Morrison, Kurt Cobain und einigen Anderen ein, welche mit 27 den Tod fanden. Diese Tatsache trägt natürlich, auch zum Mythos des Jimi Hendrix bei und wie bei einem Rockstar der jung starb, üblich, existieren bis heute Geschichten, über eine Verschwörung, politischen Mord und ähnliches, welche hier aber nicht Gegenstand dieser Arbeit sein sollen, sondern nur zu Verdeutlichung des Mythos Hendrix dienen sollen.

Hendrix Einfluss auf die Musikindustrie ist bis heute, vor allem klanglich, spürbar. Aber auch finanziell stellt er noch immer einen großen Anreiz dar. Viele Hersteller kopieren bis heute die für die 60er Jahre typischen Schaltungen der Effekt und Verstärker weil sie sehr gefragt sind. Die wenigsten Firmen besitzen aber die offizielle Genehmigung der Hendrix Familie, die heute für die Verwaltung der Rechte zuständig ist, Produkte mit dem Namen Hendrix zu verkaufen. So ist es kein Geheimnis, dass Roger Mayer für Hendrix' Effekte wie das Fuzzpedal (wird im folgenden Kapitel näher beschrieben) entwickelt hat, dennoch darf Mayer nicht mit Hendrix werben, denn Dunlop besitzt die Rechte dafür. Die Firma *authentic Hendrix* ist aber nicht nur für die Lizenzierung von

³⁴ Billy Cox * 1941 spielte schon mit Hendrix in der Gypsy Sun & Rainbow und der Band of Gypsys

³⁵ Das Album sollte in den von Hendrix mitfinanzierten Electric Ladyland Studios in New York, das sich zu dieser Zeit noch in der Aufbauphase befand, aufgenommen werden sollen.

Hendrix Produkten zuständig, sondern vertreibt gleichzeitig Merchandise-Artikel, wie CDs, T-Shirts und Filme. Sollten diese Rechte jedoch verletzt werden, gehen sie strikt gegen Urheberrechtsverletzungen vor, so gewann die Firma im Februar 2009 einen Prozess, gegen einen Wodka Hersteller, der einen Hendrix-Wodka mit dem Kopf des Künstlers vertrieb. Als Schadenersatz wurden der Firma 3,2 Millionen Dollar³⁶ zugesprochen. Über den Jahresumsatz den die Firma macht, waren leider keine Angaben zu finden, es kann aber davon ausgegangen werden, dass sie innerhalb eines Jahres mehr verdienen, als Hendrix in seiner ganzen Karriere zu Lebzeiten. So ist eines der berühmtesten Kapitel aus Hendrix' Leben, der Vertrag mit Curtis Knight aus der Zeit von New York 1964. Hendrix unterschrieb damals einen Vertrag über 3 Jahre mit dem Management von Knight und erhielt als Vorschuss einen Dollar (Trampert, 1998:26). Chas Chandler kaufte Hendrix 1965 aus dem Vertrag für 50 Dollar aus (Trampert, 1998: 29) und ermöglichte somit Hendrix den Umzug von Amerika nach England.

Man sieht, dass sich die Zeiten für Hendrix gebessert haben auch wenn er davon keinen Nutzen mehr hat, aber wirtschaftlich gesehen, wird der Mythos Hendrix auch in den kommenden Jahren und Jahrzehnten als erfolgreicher Markenname funktionieren und Gewinne abwerfen. Seit 1988 existiert eine Stiftung die von Hendrix Vater unter dem Motto von Hendrix: *"When the power of love overcomes the love of power, the world will know peace."*³⁷ gegründet wurde, welche Einnahmen aus den Tantiemen der *authentic Hendrix company* nutzt und dafür arbeitet „den Frieden in der Welt und Wissenschaft und Kunst zu fördern, und jungen Menschen eine Ausbildung“ zu ermöglichen.

2.2 Jimi Hendrix, seine Ausrüstung und Technik

In Jimi Hendrix Lebenszeit als Rockstar, also 1966 – 1970, konnte er nicht, auf die Technik welche Gitarristen heute zur Verfügung steht, zurückgreifen, dennoch hatte er einen Techniker der Geräte für ihn, nach seinen Vorstellungen entwickelte. Dieser Mann war Roger Mayer (Hunter, 2004: 152-168), welcher Hendrix bei einem seiner Konzerte hörte und ihm seine Dienste anbot. Mayer ist für viele der bekannten

³⁶ http://www.nytimes.com/2009/02/19/arts/music/19arts-HENDRIXINSPI_BRF.html?_r=1&ref=arts

³⁷ <http://www.jimihendrixfoundation.com/mission.html>

Gitarreneffekte die auf Rock und Pop Alben der 60er, 70er, und 80er Jahre zu hören sind, verantwortlich. So arbeitete er außerdem, mit Jimmy Page (Led Zeppelin), Bob Marley, Keith Richards (Rolling Stones), zusammen und war an der Entwicklung von einem der ersten Synthesizer von Stevie Wonder beteiligt. Für Hendrix fertigte Mayer teilweise Verzerrer an, die nur für ein einziges Solo in einem Lied verwendet wurden, so ist bekannt (Dill, 2005: 101), dass Hendrix im Studio bis zu 16 verschiedene Verzerrer Pedale verwendet hat und selbst Mayer weiß heute nicht mehr genau, wie viele er für Hendrix entworfen und gebaut hat. „*Bassriffs, Single-Note-Spiel in hohen Lagen oder durchgeschlagene Rhythmusakkorde beispielsweise, erfordern unterschiedliche Verzerrungsgrade, Klangfarben und Frequenzgänge.*“ (Trampert, 1998:69)

Generell muss man hier eine starke Unterscheidung zwischen Hendrix im Studio und Hendrix Live treffen. Eine vollständige Auflistung von Hendrix Equipment ist aus obenstehenden Gründen daher unmöglich, und ich werde mich in weiterer Folge auf jene Effekte beschränken, die in der vorhandenen Literatur angegeben sind.

Um Hendrix Effekte und Klang besser verstehen zu können, muss die Situation der damaligen Zeit genauer erläutert werden, dies soll im Folgenden geschehen.

Zum Verstärker: In den 1960er Jahren waren große PA-Systeme³⁸ kaum vorhanden, so mussten die Musiker auf die Bühne die Lautstärke erzeugen, um gehört zu werden, damit waren leistungsstarke Röhrenverstärker³⁹ mit entsprechend großen Boxen die Regel. Transistor Tops waren damals noch selten zu finden und hatten nicht die nötige Leistung die Hendrix für seine Musik benötigte, es finden sich in der Literatur keine Belege, dass Hendrix jemals in seiner Karriere, weder live noch im Studio, mit Transistorverstärkern gespielt hätte. Generell wurden damals Transistoren, erst seit kurzem verwendet und wenn, dann zumeist, um das Gitarrensinal zusätzlich zu verzerren, eine genauere Beschreibung folgt im Teil zu Hendrix Effekten.

2.2.1 Gitarren (Trampert, 1998:45-60):

Wie bereits erwähnt war Hendrix Linkshänder, so mussten alle Gitarren die er verwendete auf seine Bedürfnisse umgebaut werden, erst 1969 wurde ein

³⁸ PA steht für Public Address –Beschallungsanlage über welche das Konzert verstärkt an das Publikum weitergegeben wird

³⁹ Vokabular: Verstärkerteil eines Gitarrenverstärker : Top; Box: damals üblich eine Bestückung mit 4x12“ Lautsprechern (Speakern); Verstärker mit integrierter Box: Combo; Top + Box: Half Stack; Top + 2 Boxen: Full Stack

Linkshändermodell von Fender für ihn angefertigt, welches er trotzdem nur selten einsetzte. Das Gitarrenmodell das mit Hendrix untrennbar verbunden ist, ist die Stratocaster⁴⁰.

Bedingt durch den großen Erfolg der Telecaster war Leo Fender gezwungen, eine neue Gitarre auf den Markt zu bringen, dieses Modell sollte die Stratocaster sein. Entwickelt wurde die sie 1953 von Leo Fender und Freddie Tavares und gilt als meistverkauftes Gitarrenmodell aller Zeiten (Lemme, 2006:22). Den Namen erhielt die Gitarre, nach dem Spitznamen des B-52 Bomber⁴¹ „Stratofortress“ und war eigentlich als Platzhalter zwischen der ersten Gitarre von Fender, der Telecaster welche 1950 auf dem Markt kam und den Stringmaster Modellen gedacht (R. W. Smith, 2003:120). Fender wollte so konkurrenzfähig zu Gibson und Epiphone und deren Gitarrenmodelle bleiben, so glaubt Fender heute, dass der Erfolg der Stratocaster einerseits darauf beruht, dass Fender die Telecaster zu einem veralteten Instrument machte und die Stratocaster als die Zukunft anpries und andererseits darauf, dass komplett neue Technologie wie die Kombination der Tonabnehmerschaltung und ein damals bahnbrechendes Vibratosystem als Gegenstück zu dem von Gibson verwendeten Bigsby Vibrato verbaut wurde. Dieses System wurde nicht mehr von Clayton „Doc“ Kaufmann der das „Kaufmann Vibrola“-Tremolo 1929 patentierte (Lemme, 2006:57), entwickelt, sondern von Fender selbst. Diese beiden Systeme unterscheiden sich gänzlich voneinander, was von Fender beabsichtigt war. Das Bigsby Tremolo wurde auf den Korpus aufgesetzt und die Saiten wurden durch die Bewegung des Tremoloarmes über einen Saitenhalter auf und abgerollt, wobei als Widerstand eine Feder aus einem Harley Davidson Motor genutzt wurde. Dieses Tremolo konnte aufgrund der Bauweise am besten auf einem leicht geschwungenen Korpus aufgesetzt werden und war daher für Fender Gitarren nur schwer zu installieren. Das Fender System arbeitet hingegen mit einem Saitenblock, durch den die Saiten durch den Korpus geführt und an der Unterseite fixiert werden. Der Saitenblock ist wiederum durch Federn mit dem Korpus verbunden und hält so die Spannung, wird nun der Tremoloarm bewegt, kann die Saitenspannung verändert werden. Vorteil des Fender Systems war eine erhöhte Stimmfestigkeit und die Möglichkeit die Saitenspannung, stärker zu ändern, ohne die Gitarre zu verstimmen. Zusätzlich war es möglich, durch hinzufügen, oder entfernen von Federn das Tremolo leichter oder schwergängiger zu machen. Bedingt durch diese Bauweise muss man, falls

⁴⁰ Name der Bauform

⁴¹ Amerikanisches Kampflugzeug

eine Saite reißt, diese durch den Korpus von unten nach oben führen, daher wird die Plastikabdeckung, die das Tremolo verdeckt, oft entfernt, um schneller Saiten wechseln zu können, dies ist auf Fotos von Hendrix zu sehen, da er zumeist das Tremolo bis auf die Saiten drückte, um sogenannte *Dive Bomb* Effekte⁴² zu erzielen.

Jimi Hendrix bevorzugte eine Stratocaster in der Farbe Olympic White, welcher heute als meistverkaufter Farbton von Fender gilt. Er benutzte zumeist Modelle aus den Jahren 1964 bis 1968, also „neue“ Instrumente. Diese Stratocaster waren mit drei Single Coil⁴³ Tonabnehmern⁴⁴ die über einen Wahlschalter zu betätigen waren, einem Vibratosystem, einem Volume und einem Tone⁴⁵ Potentiometer, versehen. Durch den Umbau der Stratocaster für Hendrix, mussten der Steg und der Sattel umgedreht und die Saiten verkehrt aufgezogen werden, dies führte dazu, dass bedingt durch die Konstruktion der Gitarre die Hohen Saiten bei unterer Stellung des Wahlschalters der Pickups, also bei Wahl des Steg Tonabnehmers, welcher bei der Stratocaster nicht waagrecht sondern ein wenig schräg montiert ist, die Saiten umgekehrt abgenommen wurden. So wurde der Klang des Tonabnehmers verändert, da: Je näher eine Saite am Steg abgenommen wird, desto höher und offener klingt sie. Daraus folgt, dass die Bass Saiten brillanter klingen und die Hohen Saiten weniger scharf und der Tonabnehmer gesamt offener klingt. Einige Musiker⁴⁶ meinen, dass hier der Schlüssel zu Hendrix' Klang liegt. Des Weiteren wurde das Vibratosystem modifiziert, indem der Vibratohebel in die entgegengesetzte Richtung und schräger gebogen wurde. Zudem wurden von den vorhandenen fünf, drei Federn entfernt, um leichter und stärker die Saitenspannung ändern zu können. Durch die umgekehrte Haltung des Instruments waren jetzt der Volume und Tone Regler und die Ausgangsbuchse unter dem Ellenbogen von Hendrix. Dieses Problem konnte aber nicht gelöst werden und Hendrix musste seine Spielweise anpassen.

Hendrix spielte natürlich mehrere verschiedene Gitarrenmodelle im Studio, aber live vor allem die Stratocaster, so sind auf seinen Aufnahmen auch Gibson, Danelectro oder Gretsch Gitarren zu hören. Für nachfolgende Versuche sind diese aber außer Acht zu

⁴² Als Dive Bomb Effekt bezeichnet man den akustischen Effekt der durch das vollständige Herunterdrücken eines Tremolos erreicht wird, da dies nach einer aus einem Flugzeug fallenden Bombe die explodiert, klingt.

⁴³ Einspulgiger Tonabnehmer mit Al Nicco Magneten im Gegensatz zu Humbuckern (zwei spulig)

⁴⁴ Auch engl. Pickup genannt

⁴⁵ Der Tone Regler erlaubt den Höhenanteil zu kontrollieren

⁴⁶ Vor allem Stevie Ray Vaughan * 3. Oktober 1954; † 27. August 1990 Blues Musiker, der Hendrix Songs interpretierte. Vaughan spielte eine Linkshänder Stratocaster die für Rechtshänder umgebaut wurde!

lassen. Hendrix stimmte seine Gitarren bis Mitte 1967 in Standard Stimmung⁴⁷, von da an einen Halbton tiefer. Daher verwendete er verwendet er relativ dicke Saite mit den Stärken 0.038, 0.032, 0.026, 0.015, 0.013, 0.010,⁴⁸ (Trampert, 1998:59) der Marke Fender, um die nötige Ausgangsleistung der Gitarre zu erreichen, und so den Verstärker besser übersteuern zu können. *„Garantiert eine Saite von der Stärker 0.010 die (theoretisch) 100-prozentige Ausgangsleistung der Gitarre, so haben die Saitenstärke 0.009 nur noch 80 Prozent und eine 0.008-Saite gerade noch 64 Prozent zu bieten. Das Hochschrauben der Tonabnehmer mit dem Ziel, sie näher an die Saiten zu bringen hilft nicht unbedingt, diesen Leistungsverlust auszugleichen, da auf diese Weise das Magnetfeld, indem die Saite vibriert, verengt wird...“* (Trampert, 1998:59)

2.2.2 Verstärker:

„It was 99 percent Marshall“ (Trampert 1998, 61), so Eric Barrett, Techniker von Hendrix. Das trifft Live auch so zu, fast immer spielte Hendrix mit Marshall 100-200 Watt Röhrentops und Marshall 4x12“ Boxen, welche mit vier Lautsprechern der Firma Celestion bestückt waren. Die Stärke und Menge der Verstärker variierte mit den Auftritten, so spielte Hendrix beispielsweise bei einem seiner größten Auftritte in der Royal Albert Hall in London mit *„sieben Marshall Tops und vierzehn Boxen“* (Trampert 1998, 62), also 7 full Stacks, welche zusätzlich über das PA-System abgenommen wurden.

Im Studio griff Hendrix auf ein Marshall Full Stack, oder Half Stack zurück, des weiteren verwendete er ab 1968, die brillanter klingenden Tops, oder Combos, der britischen Firma Orange. Genauere Angaben zu den im Studio verwendeten Tops sind unmöglich, da Roger Mayer diese ebenso modifizierte und den Bedürfnissen von Hendrix anpasste und teilweise verschiedene Verstärker oder deren Baugruppen, beispielsweise Vorverstärker und Endstufen, miteinander kombinierte.

2.2.3 Effekte (Trampert, 1998:61-84):

Bei den von Hendrix verwendeten Effekten, zeigen sich die größten Unterschiede zwischen der Situation im Studio und Live. Im Studio griff Hendrix, einerseits auf eigens angefertigte, oder modifizierte Effektgeräte von Roger Mayer und den neuesten Stand der Studio Technik zurück, wobei er bei Auftritten versuchte, nur das nötigste an

⁴⁷ E-A-D-G-B-E

⁴⁸ Angaben in Inch

Effekten zu benutzen. Generell kann man sagen, dass Hendrix wie bereits erwähnt, Live nicht auf eine große Palette an verschiedenen Geräten die den selben Klangeffekt erzeugten zurückgreifen konnte, da diese Effekte, welche zumeist erst um 1965 auf den Markt kamen, sozusagen neu, noch nicht vollständig ausgereift waren, und ständig weiterentwickelt wurden. Somit musste er immer wieder sein Equipment anpassen und erweitern. Zu Beginn seiner Karriere 1966, benutzte er nur ein Fuzz Pedal, der Firma Maestro und ein Vox Wah, davor erzeugte er seinen Klang, einzig mit Hilfe seines Verstärkers ohne zusätzliche Effekte. Hingegen bestand 1968 Hendrix Live Equipment bereits aus einem Vox, oder einem von Mayer handgefertigten Wah-Wah Pedal, einem UniVox Univibe Pedal, sowie Roger Mayers Dallas Arbiter⁴⁹ und Okatavia Fuzz. Ganz allgemein kann man aber sagen, dass Hendrix auf der Bühne versuchte so wenig Equipment wie möglich zu benutzen, um einerseits Fehlerquellen aus bereits genannten Gründen auszumerzen und andererseits benutzte er die Effekte als Ausdrucksmittel und setzte daher nur jene Geräte ein, die er verwenden konnte und dies auch nicht übermäßig. So benutzte er auf der Bühne grundsätzlich, nur den Verstärker und setzte mit dem Effekten Akzente. Zusätzlich war es in der damaligen Zeit eine Seltenheit, dass die Gitarreneffekte eine True Bypass besaßen, das bedeutet, es war unmöglich sie vollständig auszuschalten und damit beeinflussten sie auch den Klang im „ausgeschalteten Zustand“. Die Folge daraus war, dass wenn man mehrere Geräte nacheinander schaltete, der Grundklang stark verändert wurde oder eine Brummschleife⁵⁰ entstand.

Oben genannte Geräte werden nun näher beschrieben:

Ein *Wah Pedal*, oder *Wah-Wah* (Hunter, 2004:40 - 42), ist ein Bandpass Filter, wobei das Band welches den Filter passiert, per Fußpedal gesteuert wird. Die Abtastung kann über eine Fotozelle, oder einen Seilzug erfolgen, der die Stellung des Pedals und somit den Filter definiert. Der größte Unterschied zwischen dem Vox und Mayers handgefertigten Modellen bestand darin, dass Mayer zusätzlich zwei Drehregler einbaute, mit welchen es möglich war das Wah „zu stimmen“, also nur einen bestimmten Tonumfang in den Filter mit einzubeziehen. Der zweite Regler bestimmte

⁴⁹ Die heute umgangssprachliche Bezeichnung der Effektpedale als „Tretminen“ geht auf das Arbiter Fuzz zurück da es aufgrund seiner Teller Form mit nur einem Ein/Aus Schalter einer Tretmine ähnlich sah. Hier die heute erhältliche Version des Arbiter Fuzz.

⁵⁰ Als Brummschleife bezeichnet man das kurzschließen der Geräte das in einem Brummen in der Frequenz des Stromnetzes resultiert

die Bandbreite die vom Filter durchgelassen wurde, das machte das Pedal variabler, da so, mit wenigen Veränderungen, ein anderer Klang erreicht wurde.

Das *Univibe Pedal* (Hunter, 2004:30) wurde für Hendrix entwickelt um auf der Bühne den Klang eines Rotierenden Leslie Kabinetts zu simulieren. Ein Leslie Kabinett ist eine Box die mit Hilfe eines Horns und eines Lautsprechers auf einer Rotierenden Platte den Doppler Effekt künstlich herbeiführt (Görne, 2006:40). Ursprünglich wurde der Leslie für Orgeln entwickelt. Das markanteste bei diesem Gerät war nicht der Effekt selbst, sondern der Klang der beim Beschleunigen bzw. Ausdrehen entstand. *„In der Tontechnik wird der Doppler-Effekt meist als unerwünschte Modulation oder Verzerrung betrachtet. So kann man eine Lautsprechermembran, die gleichzeitig zwei harmonische Wellen verschiedener Frequenzen abstrahlt, als mit der tieferen Frequenz harmonisch bewegte Quelle betrachtet, die eine höhere Frequenz abstrahlt. Die dabei auftretende schnelle Frequenzmodulation, macht sich als unangenehme Doppler-Verzerrung bemerkbar.“* (Görne, 2006:40-41) Größtes Problem des Leslie Kabinetts war sein Gewicht und seine Größe, einige Modelle wogen über 150 Kg und waren bis zu 2 Meter groß. Das Univibe versucht die Frequenzverschiebungen mit Elektronischen Bauteilen nachzuahmen. Es war klein und handlich und zusätzlich war es möglich, ein Pedal anzuschließen mit welchem man die Geschwindigkeit des Vibratos beeinflussen konnte und somit den gewünschten Beschleunigungseffekt erreichte. Einziges Problem des Uni Vibe war, dass es keinen Ein/Aus Schalter besaß, so war es nur möglich den Rotationseffekt auf Geschwindigkeit 0 zu setzen und somit den Effekt zu stoppen, aber dennoch veränderte das angeschlossene Pedal den Klang des Signals da ein Vorverstärker integriert war und die Klangerzeugung über ein LDR⁵¹ (Hunter, 2004:31) (lichtabhängiger Widerstand) erfolgte. Das bedeutet, dass man die Glühbirne die den Widerstand des LDR regelt nur ausschalten konnte aber nicht vollständig umgehen konnte. *„The Uni-Vibe - and the better of the clones that have followed it down the years - is based around a discrete transistorized circuit with four sets of light bulb and light cells and a low frequency oscillator (LFO) which does the shifting work to move the peaks. But unlike the drawing-board phaser discussed already, the frequencies of each stage of the Uni-Vibe are set differently, so it could be argued there is indeed more of a chorusing of the sound. Disrobed it's a freakish beast: a complex circuit board with four lamp/photo cell pairings under tiny silver shields at its center, the lamps flashing*

⁵¹ Light Dependant Resistor

on and off in series. Archaic, maybe, but even today's top designers swear they can't come close to the soft, lush, hypnotic sound of the original unit without the bulbs and light cells(Hunter, 2004:30).“

Das *Dallas Arbiter Fuzz* ist ein Bodeneffekt welchen Hendrix meist für seine Solos benutzte. Er erzeugt zusätzlich, zur Verzerrung des Gitarrenverstärkers die mit Röhren erreicht wurde, eine Transistor-Übersteuerung der Vorstufe. In diesem Fall wird sie mit Hilfe eines Schaltkreises der auf einem Germaniumtransistor basiert, erreicht. Durch die zusätzliche Übersteuerung mit Hilfe eines Transistors wird ein Signal erreicht das insgesamt verzerrter, aber mittenreicher ist. In Hendrix Fall wurde also das Fuzz als sogenannter Mid-Boost zumeist verwendet. Das Dallas Arbiter wird heute als der Effekt gesehen der mit Hendrix assoziiert wird, so schreibt Dave Hunter: *„If fuzz is the granddaddy, the Dallas Arbiter Fuzz Face (introduced in 1966) is the grand-poobah of the granddaddies‘ social club. A handful of other fuzzes came first, but this distinctive, round, smiling box is the one most guitarists point to when identifying the fuzz tone of the gods. Why? Two words: Jimi Hendrix. ...Oh and two other words: germanium transistors.*“ (Hunter, 2004:29)

Das Fuzz (Hunter, 2004:28-29) hat für Gitarristen eine gewisse Sonderstellung da es, als eines der ersten Effekte zur Klangveränderung entwickelt wurde und ein breites Spektrum an Verzerrungen ermöglicht. Der Grundaufbau besteht zumeist aus zwei nacheinander geschalteten Verstärkerstufen, die Verstärkung erfolgt zumeist⁵² mit Transistoren, in Hendrix Fall aus Germanium. Dabei übersteuert die erste Stufe die nachfolgende was nahezu in eine Rechteckschwingung resultiert. Je nach Grad der Übersteuerung findet eine Dynamikkompression statt. Dadurch wird das Signal wie bereits erwähnt sägender und durchsetzungsfähiger. Bekannt ist dieses Pedal auch aufgrund seines sehr einfachen Schaltungsdesigns, so schreibt Hunter, dass man beim öffnen dieses Fuzz Pedals fast einen Schock bekam, da es aus weniger als zehn Teilen bestand, wobei zwei davon die Transistoren waren. Nachfolgend eine Fuzz Schaltung von Roger Mayer:

⁵² Heute gibt es zahlreiche Kombinationen, auch Hybridschaltungen mit Röhren sind zu finden.

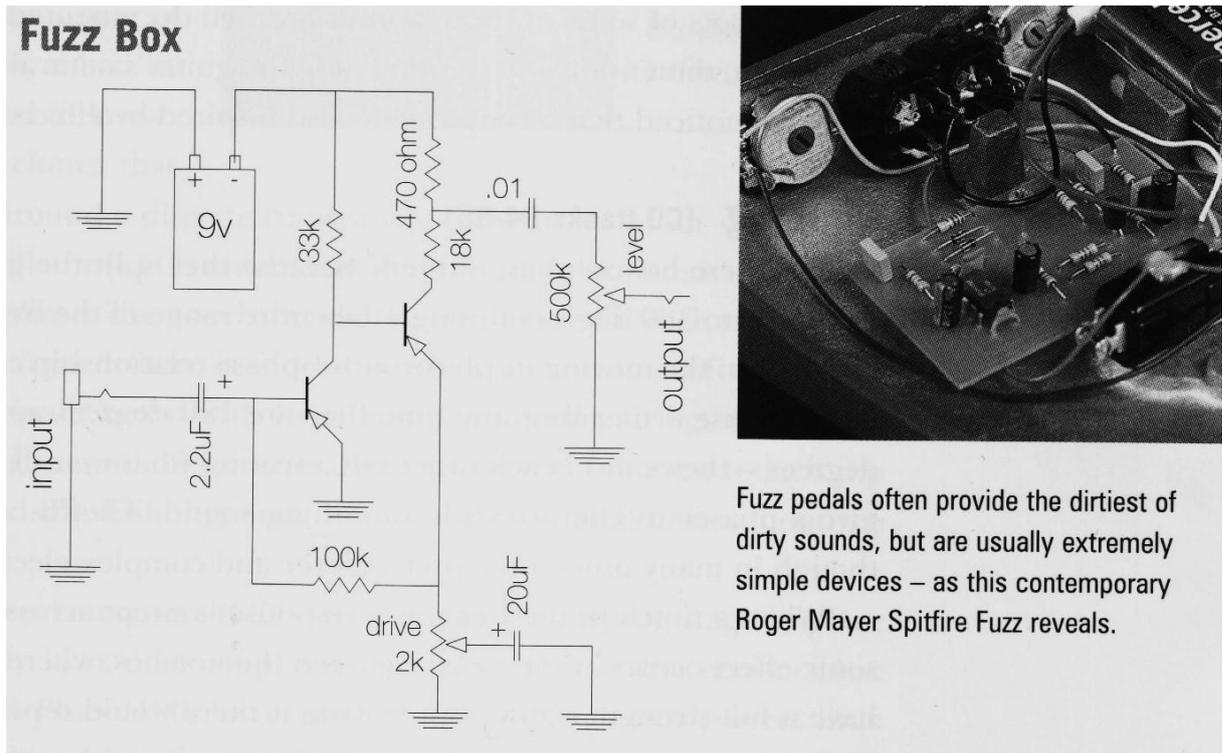


Abbildung 1: Roger Mayer Spitfire Fuzz⁵³

Zusätzlich zum oben erwähnten Fuzz Effekt bietet das *Oktavia Fuzz* die Möglichkeit eine Oktave über dem Eingangssignal zu addieren, ansonsten gleicht es von der Erzeugung der Verzerrung dem oben erwähnten Arbiter Fuzz. Auch dieses Pedal wurde meist, als zusätzlicher Effekt in einem Solo genutzt.

Interessant ist die von Hendrix benutzte Effektkette, da die Reihenfolge in welcher die Effekte geschaltet sind, von entscheidender Bedeutung für den Gesamtklang von Hendrix ist. Normalerweise ist es üblich, jene Effekte die das Signal grundlegend verändern als erstes zu schalten um dann, mit nachfolgenden Geräten den Klang zu modulieren. Vereinfacht bedeutet das, dass üblicherweise der Verzerrer, in Hendrix' Fall das Fuzz als, erstes in der Kette steht, dann Effekte wie Chorus oder Tremolo (hier das Univibe) folgen und zuletzt das Wah Pedal, welches das Frequenzband beeinflusst, die Kette abschließt. Klanglich hat dies folgenden Effekt: Der Grundklang wird durch die Gitarre und den Verstärker bzw. Verzerrer gegeben, zusätzlich kann durch die oben erwähnten Fuzz Pedale ein Boost, bzw. eine Veränderung der Verzerrung erreicht werden. Der erreichte Klang kann nun, durch Chorus, oder Tremolo, moduliert werden, wobei der Grundklang erhalten bleibt und nur mit einem Effekt belegt wird. Zum

⁵³ Quelle: (Hunter 2004, 40)

Schluss wird dann, das Signal durch das Wah gefiltert und der gefilterte Klang wird zum Verstärker geschickt und wiedergegeben.

Ändert man nun diese Kette und positioniert den Verzerrer am Ende der Kette so hat man einen modulierten Klang der insgesamt Verzerrt ist. Besser kann man dies mit der Kette eines Delay beschreiben: So ergibt die Kette Verzerrer-Delay, einen Verzögerten Verzerrer Klang. Umgekehrt wäre es ein Echo das Verzerrt ist. Hendrix benutzte beide Methoden, so gibt es Fotografien auf welchen zu erkennen ist, dass das Fuzz am Ende der Kette oder umgekehrt ist. Warum er verschiedene Positionierungen hatte ist nicht zu erklären, da vor allem in seinem Fall das Fuzz am Ende keinen Sinn ergibt da in Kombination mit dem Univibe und dem Wah ein sehr undeutlicher Klang entstehen würde. Die Firma **Dunlop** entwickelte in weiterer Folge, ein Wah Pedal mit Verzerrer (Cry Baby) bei dem es möglich war, den Verzerrer vor, oder nach dem Filter zu positionieren.

Heute sind die oben genannten Effektgeräte durchaus noch erhältlich, werden aber zumeist von anderen Firmen in der Originalbauweise oder leicht verändert gebaut. So hat **Dunlop** den Großteil von Hendrix benutzten Pedalen unter Lizenz⁵⁴. Originale aus der damaligen Zeit sind heute nur schwer zu finden und sind aufgrund der Bauweise, kaum mehr funktionstüchtig bzw. klingen miserabel, da die Germanium-Transistoren nur über eine begrenzte Lebensdauer verfügen. Heutige Geräte werden, besonders jene von Hendrix werden oft aus sogenannten „New Old Stock“ Bauteilen zusammengesetzt. So sagt Roger Mayer, der heute selbst *Reissues*⁵⁵ seiner alten Konstruktionen verkauft: „... *We use germanium transistors in a couple of designs. But the reality is that you've got to buy thousands of them... There's maybe 30 per cent that you can use. The tolerance on the gain of a germanium transistor can go from 20 to 600. That's 30-to-1...*“ (Hunter, 2004:158). Demnach ist die Produktion dieser *Reissues* kostspieliger als die, neuer Geräte, die auf integrierten Schaltkreisen basieren, das wirkt sich natürlich auf den Verkaufspreis aus. Solche Effekte werden oft als „Boutique Pedale“, da sie heute meistens handgemacht werden, (siehe Kapitel 1.2) verkauft.

Wenn man nun Hendrix im Studio betrachtet so hatte er hier mehr Technik zur Verfügung, dennoch waren bedingt durch Budget und technische Grenzen seine

⁵⁴ Bilder

⁵⁵ Neuauflagen alter Pedale

Möglichkeiten beschränkt. So sagt Eddie Kramer⁵⁶, dass sie damals für die Aufnahmen zwei acht-spur Aufnahmegeräte zur Verfügung hatten. Zwei Spuren wurden für Schlagzeug und Bass benötigt, eine für Rhythmus-Gitarre und eine für Solo-Gitarre, dann folgte die Hauptstimme und die Hintergrundstimmen, jeweils auf einer Spur. Somit hatte man 6 Spuren zur Verfügung auf welchen aufgenommen werden konnte, die dann auf eine Stereospur also 2 Spuren zusammengemischt und aufgenommen wurde. Nach der Fertigstellung der Electric Ladyland Studios standen Hendrix dort in seinem „eigenen“ Studio 16 Spuren zur Verfügung was natürlich große Möglichkeiten eröffnete. Hendrix konnte im Studio vieles realisieren, das Live nicht möglich war, so benutzte er die Tonband Technik um Phasenverschiebungen durch asynchrones Abspielen zu erreichen, oder ein rückwärts abspielendes Solo. Zusätzlich ermöglichten die Tonbänder zahlreiche Experimente mit Echos durchzuführen. So finden sich in Hendrix Aufnahmen bis zu diesem Zeitpunkt unbekannte Effekte.

Auch die verwendeten Bodeneffektgeräte unterschieden sich stark von dem Live eingesetzten Equipment, so kam bei Hendrix im Studio kaum etwas „von der Stange“ zum Einsatz, sondern wurde entweder erst nach seinen Bedürfnissen gebaut oder zumindest modifiziert. So sagt Roger Mayer, dass sämtliche von Hendrix Effekten überholt wurden um den Rauschpegel im Studio möglichst gering zu halten und Bauteile niedriger Qualität gegen höherwertige ausgetauscht wurden(Trampert 1998, 74). Wie bereits erwähnt hatte Hendrix auch die Möglichkeit im Studio einen richtigen Leslie Apparat einzusetzen und verzichtete daher auf das Univibe und ähnliche Effekte. Hendrix besaß aber auch hier einen modifizierten Leslie, der ohne Horn und statt einem Basslautsprecher, einen Gitarrenlautsprecher eingebaut hatte(Trampert, 1998:177). Zu den verwendeten Verzerrerpedalen kann man leider keine konkreten Angaben machen, denn laut Roger Mayer waren es: *„zu viele als dass er sich an jedes einzelne erinnern könne...“* Klar ist nur, dass wie bei seinen Konzerten der Grundsound vom jeweiligen Verstärker kam, wobei Hendrix manchmal auch per D.I⁵⁷ aufgenommen hat, und die Pedale nur zusätzliche Soundvarianten, beispielsweise, für Solos schufen. Einzig sicher zu sagen ist, dass diese Pedale die Verzerrung über Transistoren (entweder Germanium, oder Silikon) erreicht wurde.

⁵⁶ (Trampert 1998, 76) Eddie Kramer war der Chef Tontechniker und Aufnahmeleiter von Jimi Hendrix ab der *Electric Ladyland Lp* und ist aus heutiger Sicht maßgeblich an dem Sound den Hendrix auf seinen Alben hatte, beteiligt.

⁵⁷ Direct Injection: das bedeutet, dass das Gitarrensichtal direkt in das Mischpult eingeschleift wird und somit trocken aufgenommen wird und erst im Nachhinein mit Effekten versehen wird.

Hendrix benutze aber auch „klassische“ Mittel der Studioteknik im den gewünschten Effekt zu erreichen, so experimentierte er ebenso mit Equalizer, Limiter und Kompressoren und den Bandmaschinen mit den er aufnahm. Einer der bekanntesten Effekte die Hendrix benutzte, was das rückwärts Spielen der Sologitarre, dabei wurde das Band mit der Musik zu der Hendrix das Solo aufnehmen wollte, rückwärts abgespielt und er solierte dazu und dann wurde die Soloaufnahme Rückwärts zur Begleitung wiedergegeben. Besonders gut ist dieser Effekt bei „*Castles Made of Sand*“ ,oder „*Burning of the midnight Lamp*“ zu hören. Diese Spieltechnik war natürlich sehr anspruchsvoll, denn Hendrix musste zu jederzeit genau wissen wo er sich im Stück befand. Teilweise wurden auch die Abspielgeschwindigkeiten variiert um so künstlich Phasenverschiebungen zu erzeugen.

2.3 Hendrix Meisterwerk „Little Wing“ als Versuchsobjekt

Hendrix Ballade „Little Wing wurde vom 25. bis 28. Oktober 1967 in den Londoner „Olympic Studios“ mit Leadgitarre, Rhythmusgitarre, Bass, Schlagzeug, Tamburin, Glockenspiel und Gesang aufgenommen, und ist Teil der LP *Axis: Bold As Love*, welche am 1.12.1967 in England beziehungsweise am 15.1. 1968 in den USA veröffentlicht wurde. Little Wing zählt zu den meist-gecoverten Liedern der Musikgeschichte, so sind auch Interpretationen von Eric Clapton, Stevie Ray Vaughn, Tori Amos, Red Hot Chilli Peppers, Metallica, Pearl Jam, Toto und zahlreichen anderen zu finden, und gilt als bekannteste Ballade von Jimi Hendrix, obwohl der Song nie als Single veröffentlicht wurde. Hendrix spielte das gesamte Stück mit einer Fender Stratocaster (Trampert, 1998:177) ein, welche er zu dieser Zeit, bereits einen Halbton tiefer gestimmt hatte. Das Intro und die Strophe sind durch einen fast cleanen Ton gekennzeichnet, der während des gesamten Liedes durch einen Leslie geschickt wird, und so einen doppler-artigen Effekt erzeugt. Dabei wird der Effekt an gewissen Stellen klar in den Vordergrund gestellt, und teilweise wird auch die Hauptstimme mit diesem Effekt versehen. Hendrix arbeitete des Öfteren mit dem Leslie oder Uni Vibe, um breite Flächen oder für Solos Akzente, zu erzeugen, so ist dieser Effekt auch in *Castles Made Of Sand* oder *1983... (A Merman I Should Turn to Be)*, zu finden. Da dieser Effekt als markanter Punkt in der Einleitung und dem gesamten Lied gilt, wird er in der in der später folgenden Rekonstruktion und Analyse, in gesondert betrachtet, und bewertet.

Der erste Teil des Intros besteht aus einer Gitarre, die ab Takt 2, von einem Glockenspiel welches die einzelnen Grundtöne der Akkorde spielt, begleitet wird. Das musikalische Material wird bereits in der Einleitung für das gesamte Stück vorgestellt und bewegt sich von E-Dur nach G-Dur, zu A-Moll, E-Moll7, B-Moll, H-Dur, A-Dur, G-Dur, D-Moll, C-Dur und zu D-Dur, wobei Hendrix mit Spieltechniken wie Hammer-On/Offs⁵⁸, Bendings⁵⁹ und Slides⁶⁰ zumeist den Grundton, und in weiterer Folge die Blue-Note⁶¹ anspielt. Zudem findet ein ständiger Dynamikwechsel statt, und lange stehende Noten, weichen schnellen Passagen mit parallel geführten Quarten und Quinten. Zwar scheinen die oben genannten Stufen dem üblichen Hendrix Blues Schema, also dem klassischen 12 Taktiken T⁶²TTTS⁶³STTD⁶⁴STT, aber sind nicht (Trampert, 1998: 178) als solche zu hören. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass in dem gesamten Stück, Hendrix im Solospiel den Ton h nie direkt anspielt, sondern über Slides oder Bends erreicht, h wäre in diesem Fall Terz von G-Dur bzw. Quint von E-Moll, also potentielle Blue-Note. Ähnliches ist mit dem Ton d (Septim von E-Moll und Quint von G-Dur) zu beobachten.

Für meine Rekonstruktion habe ich dieses Lied von Jimi Hendrix ausgewählt weil es eines der wenigen Lieder ist, welches über lange Strecken keine Begleitung von Schlagzeug und Bass besitzt und so eine Analyse erleichtert wird. Zusätzlich ist im ungefähr 30 Sekunden dauernden Intro, nur eine Gitarre vorhanden welche nicht über ein Wah-Wah oder Fuzz Pedale gespielt wurde, dadurch ist der Gitarrensound beziehungsweise der Eigenklang des Verstärkers maßgeblich. Für die Rekonstruktion ist daher Qualität der Leslie und die verwendete Verstärker Emulation mit dazugehöriger Frequenzkorrektur ausschlaggebend. Da wie bereits zuvor beschrieben Wah-Wah Pedale wie Bandpass Filter arbeiten und dadurch das Signal stark verändern und Fuzz Pedale das Signal stark komprimieren wurde davon abgesehen, einerseits Passagen zu wählen die zu stark verfremdet wurden und andererseits ein isoliertes Hören der Gitarre nicht ermöglichen.

⁵⁸ Kurzes Schlagen mit einem Finger auf eine Saite

⁵⁹ Ziehen einer Saite um Tonhöhe hin zu einem anderen Ton zu erhöhen (besonders ausgeprägt beim Anspielen der Blue-Note)

⁶⁰ Rutschen des Fingers über mehrere Bünde zu einem bestimmten Ton

⁶¹ Bluenote: nicht exakt definierbare Tonhöhe zwischen Tritonus und Quinte bzw. Dur/Moll Terz, charakteristisch für Blues Musik

⁶² Tonika

⁶³ Subdominante

⁶⁴ Dominante

Für den Vergleich wurde „Little Wing“ von der Audio CD *Axis: Bold As Love*⁶⁵, erschienen bei Universal Music 1997 herangezogen und als WAVE auf den Computer gerippt. Für den Vergleich wurde zuerst die Einleitung von Takt 1 – 9 vom gesamten Song abgeschnitten (siehe Notenmaterial) und in weiterer Folge wurde dieses Intro drei weitere Teile Unterteilt die ich als markant erachtet habe. So besteht Abschnitt 1 aus Takt 1-2, Abschnitt 2 aus Takt 4 und Abschnitt 3 aus Takt 8. Gewählt wurden diese Teile weil in Takt eins keine Note an sich gespielt wird, sondern eigentlich nur Ghost-Notes⁶⁶, angeschlagen werden. Takt 4 Besteht aus einer länger liegenden Note mit einem schnellen Übergang und Double-Stopps, bei dieser Passage zeigen sich die leichte Verzerrung des Verstärkers und die klanglichen Eigenheiten der Stratocaster besonders gut. Takt 8 zeichnet sich vor allem durch den Leslie Effekt und die Quartverschiebungen aus. Genauere Angaben zur Versuchsanordnung folgen in den weiteren Kapiteln und bei der Evaluierung in Kapitel 2.6 .

Laut den Angaben von Eddie Kramer verwendete Hendrix abgesehen von der Stratocaster und einem modifizierten Leslie einen **Marshall Super Lead**, ein Röhren Top welches 1966, also zur Zeit als Hendrix gerade den Durchbruch schaffte, erschien und bis 1991 gebaut wurde. Ab 1989 wurde das Top umbenannt in JCM 800 aber gleich dem Aufbau des 1959er Super Lead. Dieses Top gilt als der Klassiker unter den Verstärkern und ist auf sämtlichen Rock Alben berühmter Bands wie Led Zeppelin, the Who, und vor allem Jimi Hendrix zu hören. Der Verstärker liefert 100 Watt RMS⁶⁷ aus 3x ECC83 (Trioden: *„Die Triode besteht aus einer Diode mit einer zusätzlichen Elektrode, dem sogenannten Steuergitter. Dieses ist zwischen Kathode und Anode angebracht. Die Menge der zwischen Kathode und Anode fließenden Elektronen lässt sich durch die Höhe einer am Gitter anliegenden, gegenüber der Kathode negativen Spannung steuern. Da das Gitter nahe an der Kathode liegt, erzeugen schon kleine Variationen der Gitterspannung große Stromschwankungen zwischen Anode und Kathode - und genau dieser Effekt wird für die Signalverstärkung genutzt. Trioden finden aufgrund ihres zu aufwendigeren Röhrentypen vergleichsweise geringen Verstärkungsfaktors hauptsächlich in Vorstufen von Röhrenverstärkern Verwendung.*

⁶⁵ Universal Music hat 2007 zusätzlich eine remasterte, also digital überarbeitete Version des Albums auf den Markt gebracht, diese stand aber nicht zur Verfügung und der Qualitätsunterschied dürfte zu vernachlässigen sein.

⁶⁶ Mit der Hand abgedeckte Noten

⁶⁷ Root mean square: Leistungswert bezogen auf keine physikalische Konstante, wird ermittelt durch elektrische Leistung die ein Gerät bei Ansteuerung mit rosa Rauschen, ohne Übersteuerung, abgeben bzw. aufnehmen kann. (Görne 2006, 219-293)

*Bei meisten Marshall Verstärkern werden dafür die Doppel-Trioden typen ECC83, ECC82 und ECC81 eingesetzt.“ (Lemme, 1995:67) Vorstufenröhren Röhren und 4x EL34 (Pentoden: „Die Pentode hat insgesamt fünf Elektroden. Im Prinzip handelt es sich um eine Tetrode mit einem weiteren, zwischen Anode und Schirmgitter angeordneten, sogenannten Bremsgitter. Dieses zusätzliche Gitter ist sehr weitmaschig und beeinflusst dadurch den von der Kathode kommenden Elektronenstrom nur unwesentlich, lenkt aber den Großteil der Sekundärelektronen zurück in Richtung Anode, wodurch ihre Kennlinie geradliniger verläuft als die der Tetrode. Der höhere Verstärkungsfaktor dieses Röhrentyps geht natürlich mit einem etwas höheren Rauschanteil einher, da der Elektrodenfluss wegen der höheren Gitterzahl ungleichmäßiger vonstatten geht. Pentoden finden daher bei Marshall ausschließlich in Endstufen Verwendung, und zwar mit den Typen **EL34** und **EL84**.“ (Lemme, 1995:67)) Endstufenröhren und besitzt 2 Kanäle (Normal und Lead). Aufgrund der Beliebtheit und des engen Verhältnisses von James Marshall zu Hendrix und dessen Band (Mitch Mitchell, Hendrix Schlagzeuger lernte das Schalgzeugspielen von Marshall) wurde der Super Lead unter dem Namen 1959SLP und 1959HW im Zuge der New Vintage Serie neu aufgelegt, und als Jimi Hendrix Edition verkauft. Dabei entspricht der Aufbau der Tops den von Hendrix gespielten Super Lead Verstärkern. Der Unterschied der beiden Modelle bezieht sich auf die Konstruktionsweise, da das 1959HW das handgefertigte (hand wired) Luxusmodell der Serie ist.*

Ein weiteres Merkmal der Aufnahme von *Little Wing* ist der Plattenhall der Firma EMT der bei vielen Aufnahmen von Hendrix Balladen und auch anderen Künstlern der damaligen Zeit zum Einsatz kam. Für die Aufnahme wurde das 1957 erschienene 140er Modell verwendet. Hierzu muss man sich vor Augen halten dass 1960 noch kein digitaler Hall zur Verfügung stand, so mussten die Tontechniker zu dieser Zeit ein wenig Kreativität an den Tag legen um das gewünschte Ergebnis zu erreichen.

Beispielsweise existierten in den größeren Studios, wie dem Abbey Road Studio, wo die Beatles, oder Pink Floyd Platten aufnahmen, eigene Hallräume die je nach Bedarf verändert wurden um die Hallzeit zu verändern. Des weiteren gab es auch schon künstliche Hallgeräte, wie den Federhall: *„Der Federhall besteht aus einer oder mehreren elastischen Stahlfedern, einige Zentimeter bis einen halben Meter lang, mit Wandlern an den Enden (Hallspirale). In der Spirale breiten sich mit sehr langsamer Geschwindigkeit Longitudinalwellen aus; Durch Mehrfachreflexion entsteht ein Nachhall.“* (Görne, 2006:342). Der Plattenhall charakterisiert sich wie folgt: *„Beim*

*Plattenhall wird eine ca. 2 Quadratmeter große Stahlplatte (**Hallplatte**) durch einen elektromechanischen Wandler zu Biegeschwingung angeregt. Auf der Platte bilden sich unharmonische Eigenschwingungen aus die mit einem zweiten Wandler wiederaufgenommen werden. Nachhallzeit und Klangfarbe lassen sich durch Bedämpfung der Platte und durch Position der Wandler beeinflussen. Mit zwei räumlich getrennten Abnehmern lässt sich ein Stereohall erzeugen.“ (Görne, 2006:341)*



Abbildung 2: EMT 140 Plattenhall⁶⁸

Wie bereits erwähnt wurde für diese Aufnahme ein **EMT Modell 140** (siehe Abbildung oben) Hall verwendet. Dieser wurde von Dr. Walter Kuhl am Rundfunkinstitut in Hamburg entwickelt und besitzt ein ca. 2 Quadratmeter großes und halben Millimeter dickes Stahlblech, welches auf mehreren Federn in einen Stahlrahmen eingespannt wurde. Angetrieben wurde die Platte von einem Treiber ähnlich dem eines Lautsprechers und der erzeugte Hall wurde von einem Mikrofon wieder abgenommen. Größtes Problem des Plattenhalls war ähnlich wie beim Leslie Größe und Gewicht, so war das Modell 140 fast 3 Meter lang, 2 Meter hoch und wog 180 Kilogramm. Zusätzlich war das System sehr Vibrationsempfindlich und schwer zu kontrollieren, denn es erforderte einige Erfahrung einen guten Sound aus dem Gerät zu erzeugen, da jegliche Nebengeräusche aufgenommen wurden, und es war schwierig bei langen Nachhallzeiten die Platte wieder zu stoppen, ohne sie zu zerstören. Es gibt einige Berichte (Görne, 2006:342) dass Studios die Platten von der Decke hingen ließen, um so Vibrationen vom Boden zu vermeiden. Besonders im ersten Ausschnitt (siehe Noten), da hier Hendrix nur einen sehr kurzen einzelnen Ton spielt, ist der Hall gut zu hören und stellt auch ein wichtiges Kriterium für die Evaluierung dar. Heute werden diese Geräte praktisch nicht mehr eingesetzt, da die Verwendung von digitalen

⁶⁸ Quelle: <http://mixonline.com/TEC20/emt-140.WEB1.jpg>

Hallgeräten, welche zumeist auch eine Emulation von einem Platten- und Federhall besitzen, wegen dem Komfort und der Fehlerquote, durchgesetzt hat.

2.4 DigiTech und der Versuch den Klang von Hendrix zu simulieren

2.4.1 Geschichte:

Im Jahr 2005 brachte DigiTech zum zwanzigsten Firmenjubiläum eine neue Generation von Gitarreneffektpedalen auf den Markt, die mit der Technik des Production-Modeling arbeiten.

Production-Modeling ist eine Technologie die von DigiTech selbst entwickelt wurde und bezieht nicht direkt auf die Simulation bestimmter Abläufe, mittels Software wie der Begriff aus der Informatik schließen lässt. Leider war es an dieser Stelle nicht möglich nähere Informationen zu diesem Patent von DigiTech zu erhalten, da dies offensichtlich zum Betriebsgeheimnis der Firma gehört. Mehrere Anfragen blieben ohne Antwort und so muss man in diesem Fall auf die spärlichen Informationen die die Website⁶⁹ zur Verfügung stellt und eines Patenttextes, zurückgreifen.

DigiTech wurde 1985 von John Johnson und David DiFrancesco, letzterer ist auch Gründer der Effektfirma DOD, in Salt Lake City, Utah gegründet. Von Beginn an beschäftigte sich die Firma intensiv mit den neuesten technischen Entwicklungen im Bereich der Mikroelektronik, so wurde bereits 1987 das erste Multieffektpedal **DSP128**, welches ermöglichte drei verschiedene Effekte mit einem Pedal zu steuern, mit einer aggressiven Werbekampagne „3 for 399\$“ , veröffentlicht. Danach folgte das **IPS33**, das erste Harmonizerpedal, welches als erstes Harmonizerpedal mit kommerziellem Erfolg überhaupt, gilt. 1990 gelang DigiTech endgültig der Durchbruch mit dem **Whammy Pedal**, einem digitalen Wah-Wah und Pitchshifter, das heute als moderner Klassiker gilt. „...*Though DigiTech has become better known for its multi-FX units, some of this standalone pedals are also considered “modern classics“. The Whammy pedal –in either its WH-1 or XP100 forms – is probably the best loved of these. It uses digital technology to achieve a pedal – controlled divebombing „vibrato bar“ effect that would be difficult if not impossible to get with analog technology (certainly in this*

⁶⁹ www.DigiTech.de bzw www.DigiTech.com

compact form)...“ (Hunter, 2004:57). Heute ist das Whammy in der vierten Generation erhältlich.

DigiTech bezeichnet Production-Modeling, als Methode zur exakten Nachbildung des Produktionsprozesses. In diesen Pedalen wurden je nach Komplexität der Emulationen ein bis zwei digitale Signalprozessoren verarbeitet. DigiTech bezeichnet diese DSPs, als Audio DNA Chips, die sozusagen den genetischen Code der Musiker beinhalten.

Folgendes Bild zeigt den Chip.



Abbildung 3: Audio DNA DSP Chip

Das Bild zeigt, dass der Chip in Korea gefertigt wird und die Zugehörigkeit zur Harman International Group. Ähnliche Chips des Herstellers sind auch in anderen Geräten von Firmen der Harman Group zu finden. So verbaut Focusrite die nächste Generation dieses Prozessors.

2.4.2 DigiTech Artist Serie:

Die sogenannte *Artist Serie* zeichnet sich dadurch aus, dass DigiTech als Grundlage den Klang von berühmten Gitarristen, so wurden seit der Veröffentlichung, außer dem Jimi Hendrix Pedal, der Klang von Eric Clapton, Brian May (Queen), Scott Ian (Anthrax) und Dan Donegan (Disturbed) nachmodelliert. Das außergewöhnliche an diesen Pedalen ist das Konzept, dass man nicht die Geräte des jeweiligen Gitarristen sondern den Gesamtklang, und somit auch die Signalkette, eines bestimmten Liedes des Gitarristen auswählt. Im Fall des Jimi Hendrix Pedals, dass als das umfangreichste der Serie gilt, kann man nicht nur das Lied, sondern auch den Sound einer bestimmten Passage innerhalb eines Liedes, also beispielsweise den Solo-Sound, oder das Intro, gezielt auswählen. Hierbei wurden die bekanntesten Lieder der Künstler herangezogen, so finden sich im Hendrix Pedal die Lieder:

- Purple Haze
- Little Wing
- Voodoo Child
- All Along The Watchtower
- Foxey Lady
- Star Spangled Banner
- Wind Cries Mary

Da die Klangerzeugung digital erfolgt ist es so auch möglich völlig verschiedene Klänge zu emulieren, so ist auf dem Pedal auch das Lied *All Along The Watchtower* enthalten, welches mit einer zwölfsaitigen Akustikgitarre beginnt, dem dann 4 verschiedene Verzerrersounds folgen.

Production-Modeling bedeutet in diesem Fall, dass DigiTech versuchte den gesamten Prozess das bedeutet, die Signalkette angefangen mit der Gitarre, über die verwendeten Effekte, hin zum Verstärker digital nachzubilden. Dabei ist verwunderlich, dass laut der Homepage des Herstellers nicht auf die „echten“ Verstärker, oder Effekte, vereinfacht gesagt analoge Geräte, die im Original natürlich nicht mehr erhalten sind, zurückgegriffen, sondern digitale Emulationen verwendet wurden. An dieser Stelle sei erwähnt, dass DigiTech seit Jahren, eines der Marktführenden Unternehmen zur Herstellung digitaler Effekte ist. DigiTech beschreibt diesen Vorgang wie folgt: „...*The audio signal path as heard on a recording consists of the guitar, effects, amp, cabinet and whatever the unknown tweaks a recording engineer did to the audio signal before and after it was recorded... Our new technology, all encompassing the signal path, is called Production Modeling™. It is meticulously replicating all the elements in the signal path including the Recording Engineer's or Producer's Magic. When Production Modeling is combined with our existing effects, amp and cabinet modeling technology the sum is the sound as heard on a recording....*“⁷⁰ Natürlich beschreibt die Firma nicht näher was nun Production Modelling genau ist, aber dies wird später, soweit möglich, noch genauer erläutert.

Für die Entwicklung dieser Pedale arbeitet die Firma eng mit den jeweiligen Künstlern und Technikern die für die Aufnahme der Songs zuständig waren. Im Fall des Hendrix Pedal arbeitete DigiTech mit Roger Mayer und vor allem mit Eddie Kramer,

⁷⁰ <http://www.DigiTech.com/products/Pedals/productionmodeling.php>

Aufnahmetechniker in den Electric Lady Land Studios, der zu Hendrix Lebenszeit maßgeblich am Sounddesign der Songs beteiligt war, zusammen. Zusätzlich wurden der Firma zur Entwicklung, die Originalbänder der Songs, von der Familie von Hendrix, zugänglich gemacht.

Hier muss man aber sagen, dass wie jeder anderen Technologie auch dieser Grenzen gesetzt sind. So muss man die ökonomischen Grenzen beachten, bei einem



Abbildung 4: DigiTech Jimi Hendrix Experience Pedal

Verkaufspreis von 250 € liegt dieses Pedal über dem Durchschnitt der Pedale welche „von der Stange“ kommen. Um die Emulation detailgetreuer zu gestalten müsste in erster Linie die Rechenleistung des Gerätes erhöht werden, was wiederum dazu führen würde, dass trotz der immer billiger werdenden Bauteile der Preis ansteigen und das Gerät eventuell für die breite Masse zu teuer werden würde. Zudem kommt auch der Faktor der Bedienbarkeit, denn da es sich um ein Bodeneffektgerät handelt, welches mit den Füßen bedient wird, gibt es nicht viele Möglichkeiten zur Steuerung. Bereits im Jimi Hendrix Pedal muss man bei einigen Emulationen einige Male umschalten um zu einem bestimmten Sound zu gelangen, dies erschwert natürlich die Bedienbarkeit im Live-Einsatz. Für diesen Fall bietet der Hersteller ein zusätzliches Pedal an, das dazu dient, die Soundbänke durchzuschalten. Auf der anderen Seite ist es aber auch nicht möglich das Pedal grösser zu gestalten, denn dann würde es seine Handlichkeit verlieren und das würde wiederum zu größeren Anstrengungen beim Transport führen. Generell sind bei Geräten dieser Art, auf

Bedienmöglichkeit, Rechenleistung, Soundqualität und Umfang zu achten.

Hauptbestandteil ist immer, der DSP der je nach Rechenleistung und Speicherplatz den größten Qualitätsunterschied darstellt. Zudem kommen die Wandler, die das Signal von analog, nach digital und wieder zurückwandeln, wenn hier gespart wird, leidet einerseits der Effekt darunter und andererseits kann es zu Latenzen kommen. Deutlich wird diese kurze Latenz beim Umschalten der einzelnen Kanäle und Effektbänke, da leider wie bereits beschrieben keine Stellungnahme des Herstellers zum internen Signalfluss verfügbar war, ist es leider nicht möglich genau nachzuvollziehen wie die Latenz zustande kommt. Meine Annahme ist in diesem Fall, dass beim Umschalten der neue Sound „geladen“ werden muss.

2.4.3 Funktion und Technik:

Das Gerät gleicht auf dem ersten Blick einem Wah – Wah, aber durch den rein digitalen Aufbau, dient das Pedal selbst, eher zur Steuerung der Effekt-Parameter. Die Potentiometer sind bis auf den Regler *Models* konzentrische Potentiometer, das bedeutet, der äußere Ring ist ebenso drehbar wie der innere Regler. Steuerbar sind (von links nach rechts), *Gain (Verzerrung)/ Level (Gesamtlautstärke)*, *High (Höhen)/ Low (Bässe)*, *Reverb(Hall) / Control (Dieser Regler steuert die Effektintensität, wobei der Effekt selbst, über das Pedal geregelt wird. Beispielsweise kann hier das Wah-Wah „gestimmt“ werden)*, *Models (Auswahl der 7 Klangsimulationen)*.

Zusätzlich ermöglicht das Pedal, das Durchschalten der „Untersimulationen“, mit Hilfe von zwei Schaltern die entweder mit den Zehenspitzen, oder mit der Ferse betätigt werden.

Das Pedal selbst arbeitet über eine Fozelle welche die Bewegung des Pedals digitalisiert und an die zwei DSPs weiterleitet. Wie auf den Bildern im Anhang deutlich zu sehen ist, wurde das „Herz“ bzw. die Kernstücke des Pedals, die beiden digitalen Signalprozessoren von der Firma Harman, welche sich am unteren Ende der Platine befinden, hergestellt. Darüber befindet sich die Speicherzelle, welche die Faltungsalgorithmen beinhaltet. Zu erkennen sind des weiteren zwei Datenkabel, die zu zwei kleineren Platinen führen, eine für einen Schalter zur Auswahl der Untersimulationen, die zweite dient als Sitz der Fozelle, welche die Bewegungen des Expressionspedals aufnimmt.

Generell kann man sagen, dass dieses Pedal mit der Technik von Hendrix nicht mehr

viel gemeinsam hat. Die komplette Schaltung ist mit Halbleitertechnik (siehe Abbildung) und Operationsverstärkern aufgebaut.

Das Pedal bietet für einige der Models auch die Möglichkeit, nicht wie bei den meisten Effekten üblich, das Signal in Mono sondern auch in Stereo auszugeben. In diesem Fall wird beispielsweise die Emulation des Leslie in Stereo ausgegeben, dadurch wirkt der Effekt plastischer und originalgetreuer. Zusätzlich steht ein D.I. Ausgang zur Verfügung, der es ermöglicht das Pedal direkt an ein Mischpult oder Aufnahmegerät anzuschließen um es zur Aufnahme zu benutzen.

Für diese Diplomarbeit hat das DigiTech Pedal und die gesamte Artist Serie einen besonderen Stellenwert, da es einerseits die geheimen Wünsche vieler Musiker, ihren Sound, dem ihrer Idole nachzuempfinden, erfüllt wird, und andererseits ist es völlig neu, aus bekannten Liedern Passagen auswählen zu können und einen originalgetreuen Sound in Pedalform zu haben. Zudem ist auch die Technik digitale Signalprozessoren in Gitarreneffekten zu verbauen, welche spezielle Sounds nachmodellieren, relativ neu, für Gitarristen. Hier muss man aber auch sagen, dass es einige Effekte gibt, die bekannte Bodenpedale nachempfinden, aber die exakte Bezeichnung der Modelle wird, aus Mangel an Lizenzen, nicht veröffentlicht, anders stellt sich das bei dem Hendrix Pedal dar, da dieses den „Segen“ der Hendrix Familie besitzt und somit volle Lizenzfreiheit hat.

2.4.4 Wie funktioniert das Pedal und das Production Modeling?

Technisch gesehen hat DigiTech eine Signalkette nachgebaut, nach dem selben Prinzip einer analogen Kette, das bedeutet dass das Signal stufenweise Verarbeitet wird, diese Stufen sind nicht direkt hörbar, aber wenn man die einzelnen Sounds im Zusammenhang betrachtet, erkennt man ein gewisses Muster das sich ändert und wie der Sound sich ändert. In diesem Fall ist diese Kette natürlich starr, nicht wie in einem Sequenzer in dem die Effekte beliebig in der Kette hin und her geschoben werden können (näheres dazu in Kapitel 1.2). Zusätzlich ermöglicht das Pedal einen Plattenhall, bzw. den Hallanteil „dazu zu mischen“, und den spezifischen Effekt (zum Beispiel Leslie) mit einem weiteren Regler zu beeinflussen. DigiTech gibt an jedes Glied der Effektkette abgesehen von der Mikrofonierung und dem verwendeten Mischpult und Outboard Effektgeräten digital nachmodelliert zu haben, wobei unklar ist ob letztere Geräte wirklich nachmodelliert wurden. Um den vollen Umfang des Pedals darzustellen, soll nun eine Liste der simulierten Geräte folgen:

Verstärker: Marshall 100 Watt Super Lead, Brownface Fender Bassman 50 Watt

Effektpedale: Dallas Arbiter Fuzz Face, Roger Mayer Octavia, Vox Clyde McCoy Wah, Univibe

Sonstige Effekte: EMT Plattenhall 140, Lesliespeaker, 12-saitige Westerngitarre

Bei dem oben aufgeführten Equipment stellt der Fender Verstärker eher die Ausnahme dar, da das „normale“ Hendrix Setup nur aus einem Marshall Verstärker, einer Fender Gitarre, und dem Arbiter Fuzz für Solo Sounds, bestand.

Für die Klangentstehung bedeutet das im Prinzip, dass eine Impulsantwort der nächsten folgt, wobei wie bereits oben geschrieben die einzelnen Parameter durch die Potentiometer, beeinflusst werden. Der Hall und die Filter sind dabei immer aktiv, der Hall kann „weggedreht“ werden.

Interessant in diesem Zusammenhang ist der Vergleich der einzelnen Sounds, so hat beispielsweise der Klang von *Purple Haze* und *Foxy Lady* zwar das selbe Setup an Equipment (Marshall Super Lead, Dallas Arbiter Fuzz), aber einen komplett anderen Grundklang. Trotzdem ist dasselbe Muster bei einer Frequenzanalyse zu erkennen, dies soll mit den folgenden Bildern gezeigt werden. Für den Versuchsaufbau gelten dieselben Rahmenbedingungen wie bei dem Versuch der unter Kapitel 2.6.1 und sind daher dort nachzulesen.

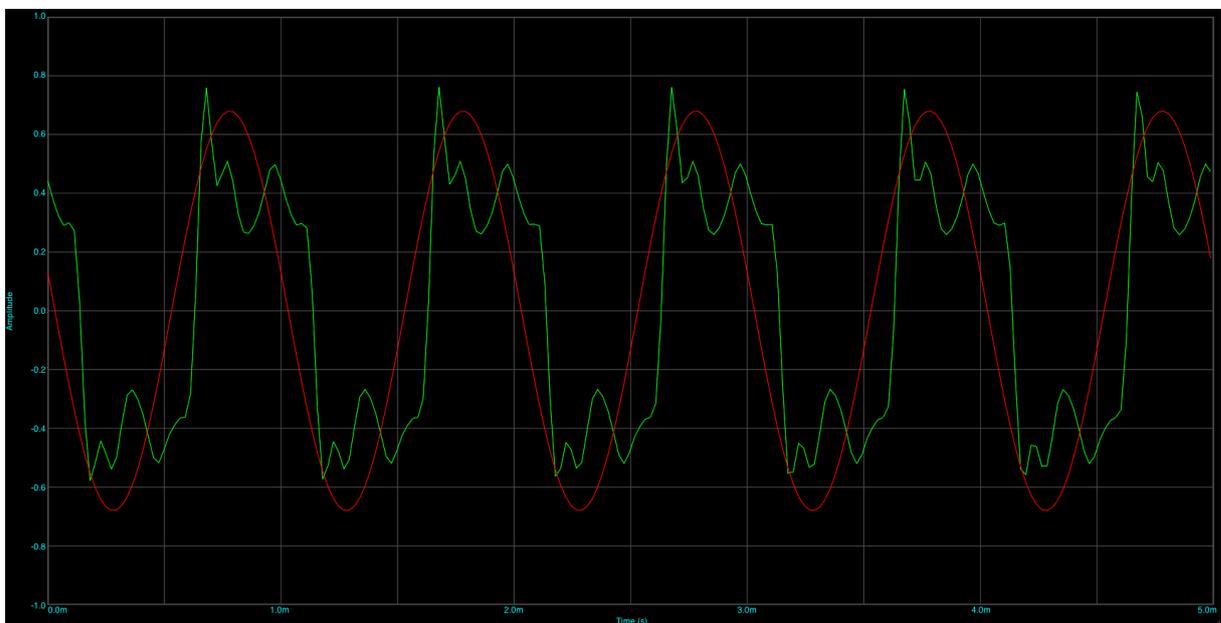


Abbildung 5: Oszillogramm DigiTech Pedal "Foxy Lady"

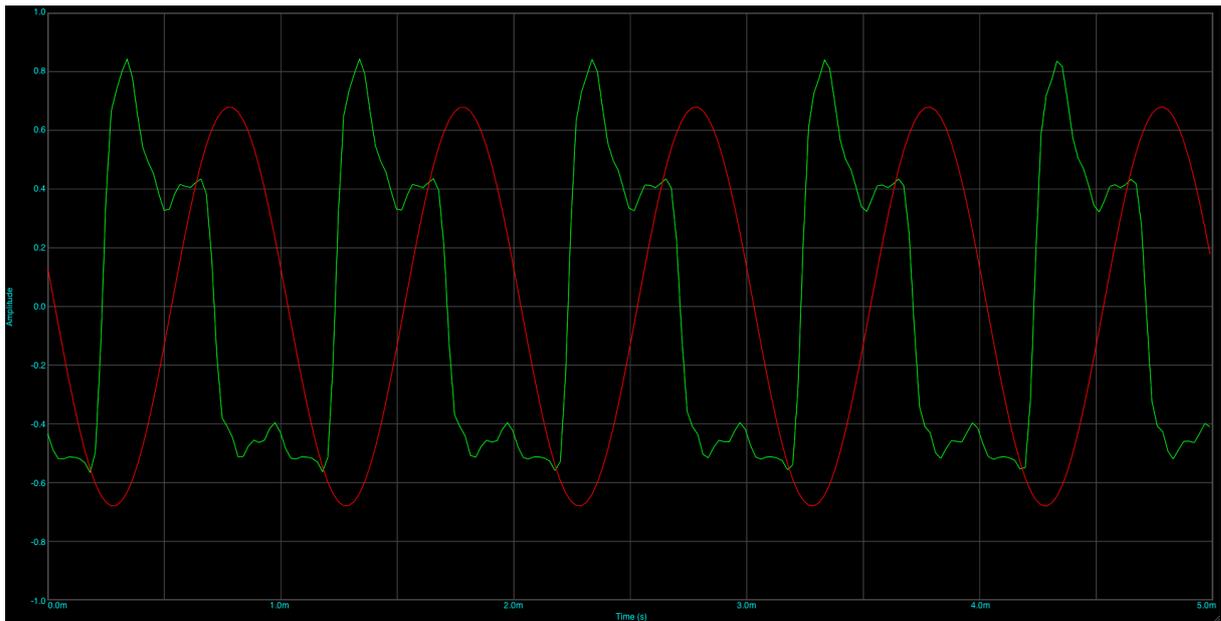


Abbildung 6: Oszillogramm DigiTech Pedal "Purple Haze"

Der Vergleich der Beiden Oszillogramme zeigt, dass die Verzerrung bzw. der Verzerrungstyp der Presets ähnlich ist aber, der Verzerrungsgrad ein anderer ist. Das zeigt sich an der Flankensteilheit der Welle im zweiten Bild, wenn man von der Verzerrung als Rechteckschwingung ausgeht, da diese Welle mehr einem Rechteck gleicht. Zusätzlich kann man aufgrund der Wellenform daraus schließen, dass die Verzerrung im ersten Preset schärfer sein wird, da die einzelnen Schwingungen nach dem Peak⁷¹ spitzer sind. Dies wird nun versucht mit weißem Rauschen und einer Frequenzbandanalyse zu bestätigen.

⁷¹ Spitze der Welle

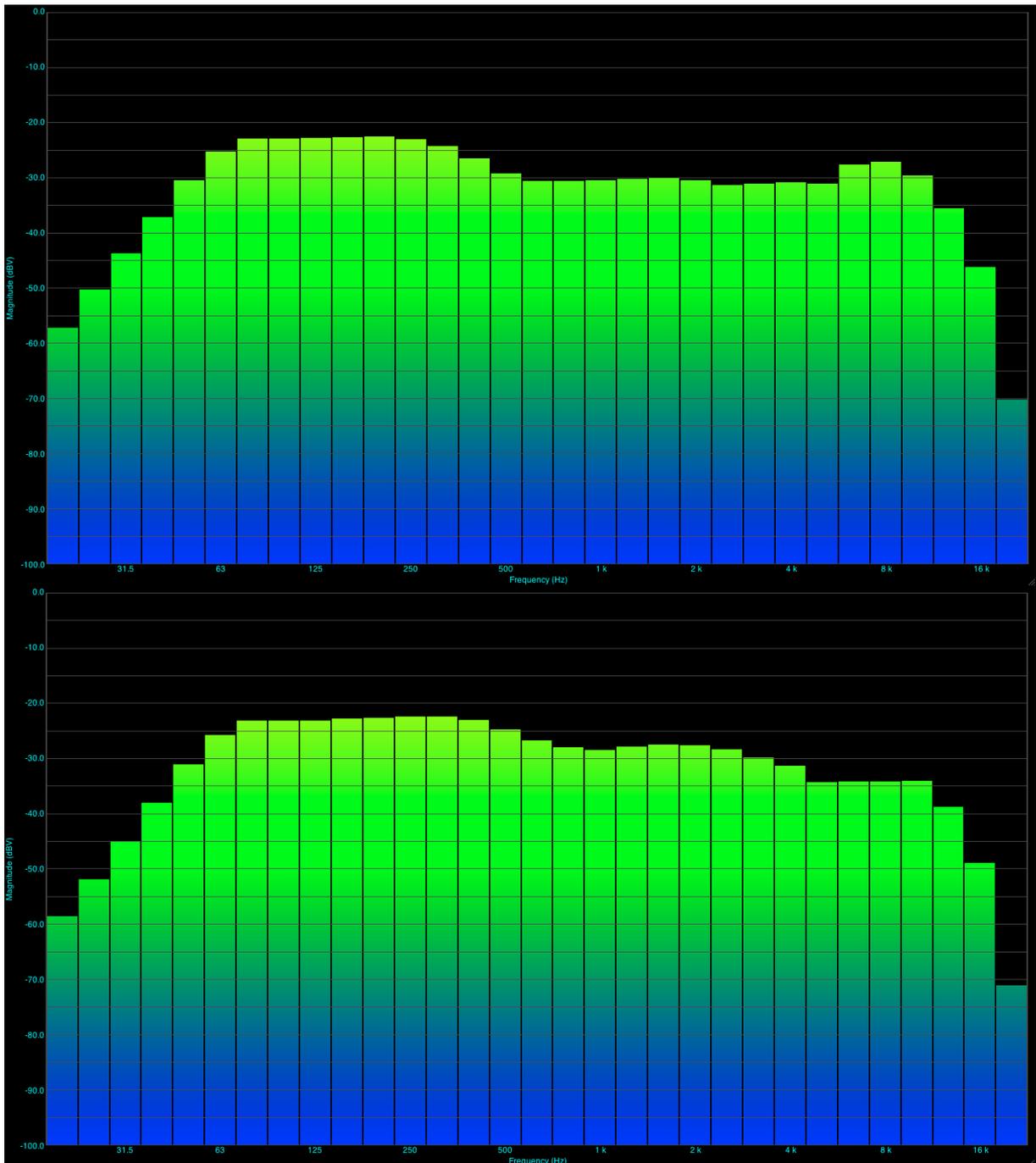


Abbildung 7: Frequenzbandanalyse weißes Rauschen „Purple Haze“ (oben) und "Foxy Lady" (unten)

Wie zuvor angenommen zeigt die Frequenzanalyse, dass das Preset von Purple Haze eher die Mitten im Frequenzband betont und Foxy Lady die Höhen bei 6000 Hz. Der Bassbereich wird bei Purple Haze auch stärker abgesenkt, dies ist deutlich bei 500 Hz zu sehen.

Aus der Sicht des Signalfusses kann man sagen, dass das Signal über einen Analog-Digital Wandler digitalisiert wird, dann verarbeitet und wieder gewandelt wird. Die

Wandler arbeiten in diesem Gerät mit 48 Khz. und 24 Bit. Ein Nachteil bei diesem Gerät ist, dass kein True-Bypass (siehe Kapitel 2.2), ähnlich wie die Geräte die Hendrix fast 40 Jahre zuvor verwendete, vorhanden ist und selbst bei ausgeschaltetem Pedal/Effekt das Signal gewandelt wird, daher muss das Gerät immer mit Strom versorgt werden, damit das Signal weitergeleitet werden kann, beziehungsweise die Wandler arbeiten. Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels erwähnt, war es mir leider nicht möglich im Zuge meiner Recherchen eine Stellungnahme von DigiTech zu ihrer Vorgehensweise bei der Rekonstruktion zu erhalten, da der Vorgang patentiert wurde, so steht für die Diplomarbeit nur ein Patenttext⁷² zur Verfügung: „ *The invention provides an audio signal processing system for **simulating sound engineering effects**. The audio signal processing system may **simulate, emulate or model** sound engineering effects that may be **present** in a **sample audio signal contained in a sound recording**. The audio signal processing system may include an **input** signal, a **first filter** system, a **nonlinear effect** simulator and a **second filter** system. The **input** signal may include an **audio signal** and the **sample audio signal**. The audio signal may be a signal **generated** with a **musical instrument** and the **sample audio signal** may be a **previously processed signal for a sound recording**. The **first filter** system may include a **chain of filters** configured to **condition the audio signal**. The **nonlinear effect simulator** may receive the audio signal **processed** by the **first filter** system and **modify the audio signal nonlinearly**. The **second filter** system may be configured to **receive the modified audio signal** from the nonlinear effect simulator and **process** the modified audio signal according to a **frequency response that corresponds to the sound engineering effects**. The sound engineering effects are determinable based on the sample audio signal and the modified audio signal.* ” Dieser Ausschnitt des Patenttextes beschreibt den ursprünglichen Gedanken der Simulation von Effektgeräten und den Vorgang zur Emulation. Dabei wird ein System mit linearen und nicht linearen Filtern beschrieben, bei dem konkret auf ein bereits existierendes Musikstück oder einen Effekt Bezug genommen wird.

⁷² Patentnummer 20060147050 Quelle <http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetacgi%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=OR&d=PG01&s1=%226,664,460%22&s2=%226,664,460%22&OS=%226,664,460%22+OR+%226,664,460%22>

Wichtige Stellen wurden fett markiert. Dabei handelt es sich nur um einen Teil des Production Modelling, da der gesamte Vorgang aus vielen einzelnen Patenten besteht.

Weitere Analysen zur Klangerzeugung folgen in den Kapiteln 2.5.3 beziehungsweise 3.1.3 und 4, da sich das Production Modelling thematisch mit der Klangerzeugung und der Simulation von analogen Geräten, der Plugins überschneidet.

2.5 Virtuelle Instrumente und Jimi Hendrix

2.5.1 Sounddesign mit Hilfe von nicht gitarrenspezifischen Plugins:

Betrachtet man das Sounddesign mit Hilfe von nicht gitarrenspezifischen Plugins, so stehen ähnliche Effekte zur Verfügung wie bei analogen Geräten, oder Gitarren-Plugins, aber mit einigen Einschränkungen. Größtes Problem stellt die Verzerrung dar, denn sie ist in diesem Fall nicht der eines Gitarrenverstärkers nachempfunden. Grundsätzlich besteht kein Unterschied in der Art der Verzerrung zu Gitarren-Plugins, sondern in der Beeinflussung des Frequenzspektrums, denn diese findet nicht statt, anders ist das bei Programmen die Gitarrenverstärker simulieren, aber dazu später noch mehr. Effekte wie Filter, also ein Wah-Wah kann dagegen einfach simuliert werden, da hier kein Unterschied in der Arbeitsweise besteht, ähnliches gilt für Equalizer oder Kompressoren. Ein anderes Problem ist die Simulation von Lautsprechern und deren Mikrofonierung, da dies einerseits das Frequenzspektrum und andererseits das räumliche Klangbild verändert. Daher ist es schwierig im Vergleich zu einem Gitarren-Plugin, das Signal zu bearbeiten, aber mit genügend Arbeitsaufwand ist dies durchaus möglich, wie dies bei der Rekonstruktion von Hendrix Sounds gezeigt wird. Effekte wie Equalizer, oder Hall, können diese Unterschiede ausgleichen, werden aber nicht zu demselben Ergebnis führen, das man mit Gitarren-Plugins erreicht. Ausreichende Beispiele für die Simulation bestimmter Klänge sind unter dem Kapitel zur Hendrix Rekonstruktion zu finden, auch die Vorgehensweise ist dort näher beschrieben. Was für diese Methode spricht, ist einerseits der Kostenpunkt, da die notwendigen Effekte in den meisten Fällen in den Sequenzern enthalten sind, und daher nicht zusätzlich gekauft werden müssen.

Des Weiteren beanspruchen die einzelnen Effekte, wenn man von vorinstallierten Plugins ausgeht, die Prozessorleistung nicht so stark wie spezialisierte Gitarren-Plugins. Auf der anderen Seite sind sie nicht so spezialisiert und ein einzelnes Programm bietet nicht die Möglichkeiten die Gitarren-Plugin, für diesen sehr speziellen Verwendungszweck. Diese Aussagen über Plugins gelten selbstverständlich nur für die

Gitarrensimulation, für andere Bereiche kann die Qualität und Flexibilität stark variieren. Wenn man aber klanglich so nahe wie möglich die Vorlage erreichen will, ist es je nach Komplexität notwendig, mehrere Effekte, oder Effekte öfters zu verwenden, daraus kann auch resultieren, dass der Computer dennoch stärker belastet wird, als mit einem Gitarren-Plugin.

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels erwähnt, ist bedingt durch die digitale Aufnahmetechnik auch eine Kombination von mehreren Methoden, oder mehreren Plugins, gitarrenspezifisch, oder nicht, möglich, um sozusagen das Beste aus „beiden Welten“ zu vereinen.

2.5.2 Gitarren-Plugins:

Mittlerweile sind zahlreiche Gitarrenplugins verfügbar, teilweise als integrierte Plugins von Sequenzern wie, Logic 8 von Emagic oder Pro Tools von Digidesign, zu Anfang werde ich mich aber mit den großen Herstellern von eigenständigen (stand-alone) Programmen beschäftigen.

Grundsätzlich funktionieren Gitarrensimulationen immer gleich, sie basieren auf den Impulsantworten oder Klangeigenschaften von bekannten Verstärkern, Mikrofonen, Effekten, Lautsprechern und 19“ Rack-Geräten.

Dabei unterscheiden sich, aber die drei größten Anbieter, Native Instruments und deren Programm Guitar Rig, IK Multimedia mit Amplitube, und Peavy mit Revalver, doch deutlich. Guitar Rig basiert auf einem Programm welches einen enormen Umfang an Verstärker, Boxen, Mikrofonen, und Effektgeräten liefert. Amplitube hingegen ist eine Zusammensetzung aus vielen kleinen Programmen, welche für sich stehend nicht mit dem Umfang von Guitar Rig konkurrieren können, aber dafür eine gewisse Genre Spezialisierung liefern. Revalver bietet alle Features wie die vorherigen Programme mit geringerem Umfang, aber die außergewöhnliche Möglichkeit sich sozusagen seinen eigenen Verstärker zu bauen. Das bedeutet, dass sämtliche Bauteile die den Klang eines Verstärkers ausmachen ausgewechselt beziehungsweise verbaut werden können. So ist es möglich wenn man einen Schaltplan eines Verstärkers zur Hand hat, diesen nachzubauen, oder ganz neue Wege zu gehen, was auch für den Verstärkerbau nicht uninteressant sein dürfte.

Jedes dieser Programme ist eigenständig nutzbar und daher ist es auch möglich nur jenes zu kaufen welches auch benötigt wird. IK Multimedia bietet zusätzlich zu Amplitube noch die Erweiterungen, Fender (speziell für Fender Verstärker, Boxen und

Effekte), Metal (für Sounds von Hard Rock, bis Death Metal), Jimi Hendrix und Ampeg SVX (Simulationen speziell für Bassisten/innen).

Des Weiteren bietet IK Multimedia eine Software mit dem Namen X-Gear an, welche es ermöglicht verschiedene Erweiterungen miteinander zu kombinieren, so wäre es beispielsweise möglich einen Verstärker aus der Jimi Hendrix -, mit einer Box aus der Metal – Edition, zu kombinieren, das eröffnet wesentlich mehr Möglichkeiten seinen individuellen Klang zu kreieren, zudem ist ein Programm mit dem Namen Live erhältlich, welches extra für die Nutzung der Simulationen im Livebetrieb geschrieben wurde. Für diesen Fall steht auch ein extra entwickelter Controller zur Verfügung. Live bietet zwar einen reduzierten Umfang, ist aber auch das günstigste Programm der Amplitude Serie.

Da der Markt von Software Instrumenten in den letzten Jahren immer größer wurde, finden sich neben den bereits präsentierten Programmen auch Lösungen von DOD, Cakewalk, Waves, Prominy, Best Service, PG Music und etlichen mehr. Des Weiteren haben es sich die Hersteller von Sequenzern wie Logic oder Pro Tools zur Aufgabe gemacht selbst Lösungen für Gitarristen, sozusagen „Out of the box“ anzubieten, daher ist in Logic die umfangreiche Software „Amp Designer“ und in Pro Tools „Eleven“ enthalten.

Im Zuge meiner Diplomarbeit habe ich mich eingehend mit einigen dieser Programme beschäftigt und versuche nun, ein Resümee aus meinen Erfahrungen zu ziehen.

Wenn ein Gitarrist wirklichen Nutzen aus jeglichen der genannten Programme ziehen will, muss er einerseits viel Zeit aufbringen und andererseits wissen was er tut, denn sowohl das Angebot der verfügbaren Software, als auch deren Möglichkeiten, sind nahezu unüberschaubar. Beispielsweise enthält die Basisversion von Amplitude⁷³ bereits 21 Verstärker, 16 Boxen, 6 Mikrofone, 21 Effektpedale, und 11 Rackeffekte, welche zu 2 Racks zusammengeschaltet werden, die wiederum miteinander kombiniert werden können. Daraus ergeben sich 931392 verschiedene Basiskonfigurationen, wobei jedes Gerät noch zahlreiche Parameter zur Feineinstellung besitzt. Mit dieser Rechnung soll nur kurz aufgezeigt werden, in welche Richtung die Software Entwicklung zeigt. Folgendes Bild zeigt die komplette Auflistung der in Amplitude 2 enthaltenen Verstärker, Effektpedale, Boxen und Mikrofone.

⁷³ Angaben laut Hersteller



74

Abbildung 8: Amplitude Auflistung

Auf den ersten Blick wirkt es als wären die Träume der Musiker wahr geworden und man hätte alle Geräte die man benötigt zur Hand, aber man hat eben mehr, und genau hier beginnen die Probleme, denn wenn man nun einen bestimmten Klang sucht, kann man einerseits eines der hunderten Presets auswählen und diese nachträglich bearbeiten, oder selbständig, Gerät für Gerät zu einer Effektkette verschalten. Selbstverständlich

⁷⁴ Quelle: <http://www.darenwoodall.com/images/amplitude2.jpg>

sind sich die Hersteller bewusst, dass wenn man effektiv mit solchen Programmen arbeiten will, ein gutes Management benötigt. Dies wird zumeist über einen sogenannten Genrebrowser gelöst, das bedeutet dass man ein Genre beispielsweise, Blues auswählt, dann des weiteren eine Unterteilung in clean, verzerrt, oder leicht verzerrt, trifft und der Browser bietet dann, mehrere Presets an, die den eingegebenen Parametern entsprechen. Solche Browser sind aber noch vielschichtiger, und ihr aufbau variiert je nach Programm und Entwickler, so sucht man in Amplitude Metal, direkt nach bekannten Verstärkern, oder in GuitarRig nach einem Gitarrenklang. Dadurch wird es möglich, schnell auf den passenden beziehungsweise gesuchten Klang zugreifen zu können. Dieses System funktioniert soweit ganz gut, wenn man aber wie bei Amplitude Zusatzprogramme installiert hat, steigen die Presets exponentiell an und dadurch auch die ausgegebenen Ergebnisse der Suche, sodass einige Zeit vergehen kann bis man den gewünschten Sound findet.

Zumeist, so habe ich die Erfahrung gemacht, sucht man einen Klang eines gewissen Genres und nimmt dann noch Veränderungen am jeweiligen Preset vor. Oftmals besteht auch die Möglichkeit direkt nach dem Klang eines gewissen Musikstückes oder eines Künstlers zu suchen, so sind die Voreinstellungen der größten „Hits“ oftmals enthalten und müssen nicht „von Hand“ gebastelt werden.

Will man aber jetzt einen ganz bestimmten Klang der im Programm nicht enthalten ist nachmodellieren, oder konstruieren, muss man aber verstehen wie eine Effektkette in „Wirklichkeit“ funktioniert bzw. welche Geräte für die Aufnahme benutzt wurden, da die meisten Programme eine subtile Veränderung am Signal vornehmen.

Am besten könnte man die Funktion der Programme so erklären, dass sie genau das machen, was man erwartet, wenn man mit dem Originalgerät arbeitet, so sind die Geräte auch Optisch den Originalen nachempfunden, oder sogar, falls die Lizenzen für die Geräte vorhanden sind, so benannt. Was bedeutet das nun in der Praxis?

2.5.3 Analyse der Arbeitsweise:

Folgende Bilder zeigen, eine Analyse mit Hilfe eines Oszilloskops, verschiedener Plugins im Vergleich zu analogen Geräten. Dabei wurde ein 500 Hz. Sinuston (grün dargestellt) in GuitarRig, Amplitude und Effektpedale geschickt. Die entstandene Schwingungsänderung wird rot angezeigt. Als Referenz wurden bei beiden Plugins nur die Verstärker verwendet und andere Geräte wurden aus der Effektkette entfernt, als Verstärker diente die Simulation eines stark verzerrenden Röhrenverstärkers. Der Sinus

wurde für den Versuch immer gleich laut ausgegeben und es wurde darauf geachtet, ein gleichlautes Eingangssignal zu erreichen, indem der Ton ausgegeben und wieder in das Programm eingespeist wurde. Die auf den Bildern gezeigten Kurven sind jene von dem Ausgang des Tongenerators und der Programme beziehungsweise Geräte. Im weiteren galt es zu beachten die Pegelkorrektur nicht an der Verstärkersimulation vorzunehmen sondern am Ausgang des Programmes. Um bessere Aussagen zur Verzerrung treffen zu können, wurden zudem die Verstärker so eingestellt, dass alle Regler auf 12 Uhr standen. Für die FFT Analyse wurde eine logarithmische Skalierung der Frequenzachse und 100 mV Schritte für die Skalierung der Lautstärke gewählt.

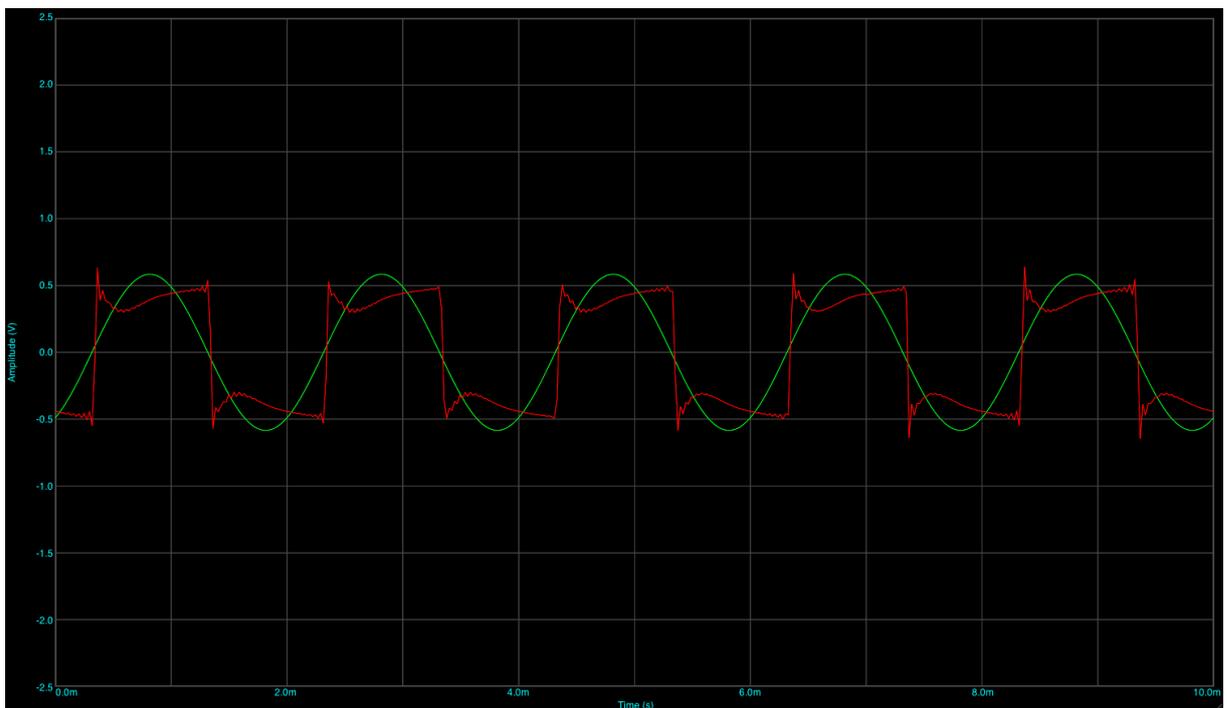


Abbildung 9: Oszillogramm der Röhrensimulation von Amplitude

Dieses Bild zeigt die Amplitude Simulation eines Mesa Boogie Verstärkers. Man sieht deutlich die Rechteckschwingung und das Gibbsche Phänomen⁷⁵. Deutlicher sind diese Spitzen bei Betrachtung einer Analyse der Teiltöne zu verstehen.

Auf dem nachfolgenden Bild der FFT Analyse sieht man deutlich, den in grün angezeigten Sinus und die Teiltöne in rot, die Amplitude entstehen lässt. Dabei sieht man auch, dass die Teiltöne ungerade sind, da der zweite, kleinere, rote Strich 1000 Hz., also die Oktav, markiert aber der nächste Teilton bei ungefähr 1800 Hz. liegt.

⁷⁵ Dieses Phänomen beschreibt die ungerade Zahl der harmonischen Obertöne.

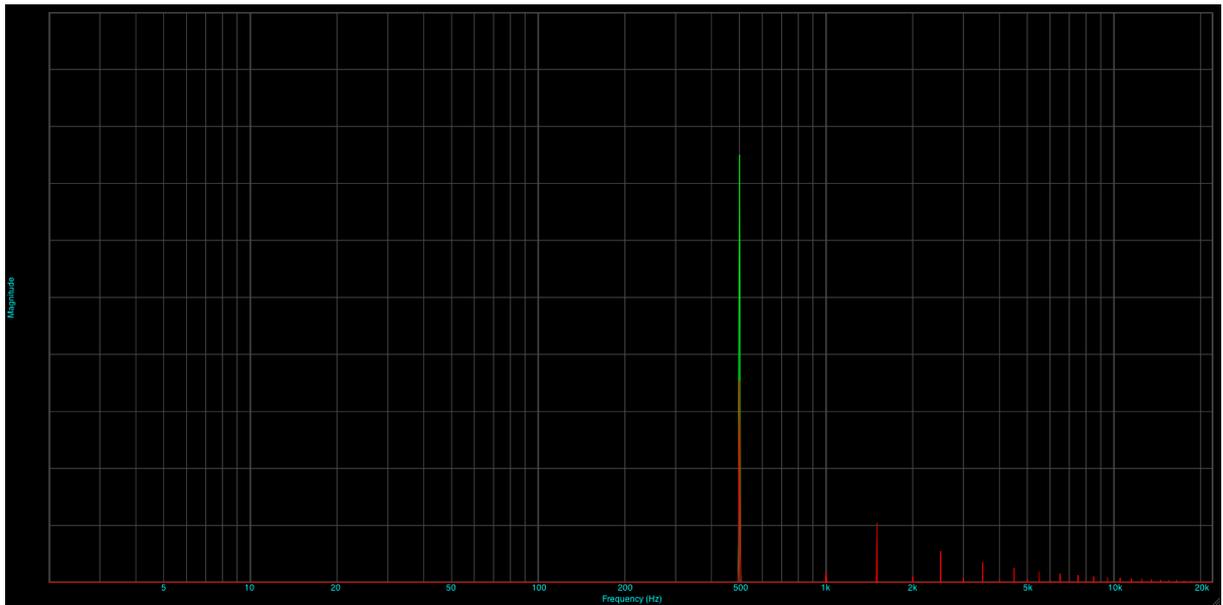


Abbildung 10: FFT Analyse von Amplitude

Als nächstes folgt ein Bild derselben Verzerrung in GuitarRig.

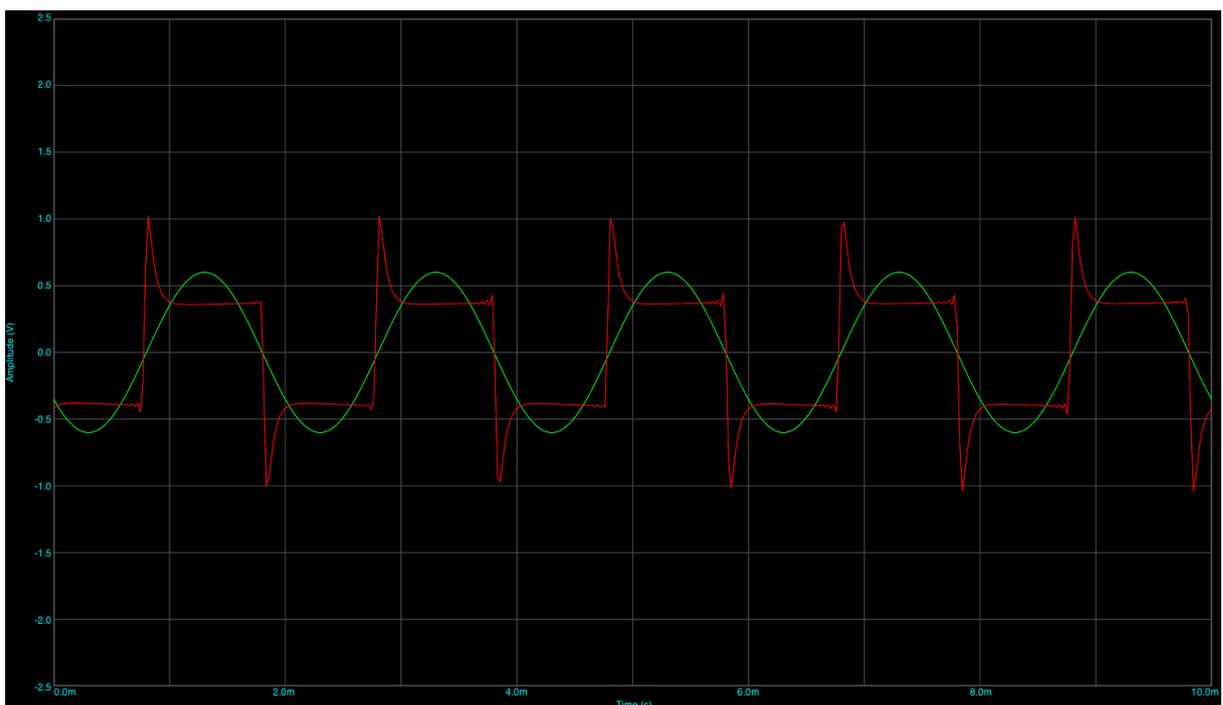


Abbildung 11: Oszillogramm der Röhrensimulation von GuitarRig

Man sieht deutlich den, Unterschied zu Amplitude im Anstieg der Rechteckschwingung und dass das Signal im Peak bei selber Ausgangslautstärke lauter ist als Amplitude. Eine FFT Analyse ergibt aber, dass keine Veränderung am Obertonspektrum statt findet.



Abbildung 12: FFT Analyse von Guitarrig

Ähnlich wie bei dem gezeigten Oszillogramm sieht man, dass das Signal lauter ist, und die einzelnen Teiltöne stärker ausgeprägt sind. Nun folgt ein Bild einer analogen Röhrenverzerrung, dieses Pedal wurde auch für die Aufnahme meines Versuches verwendet.

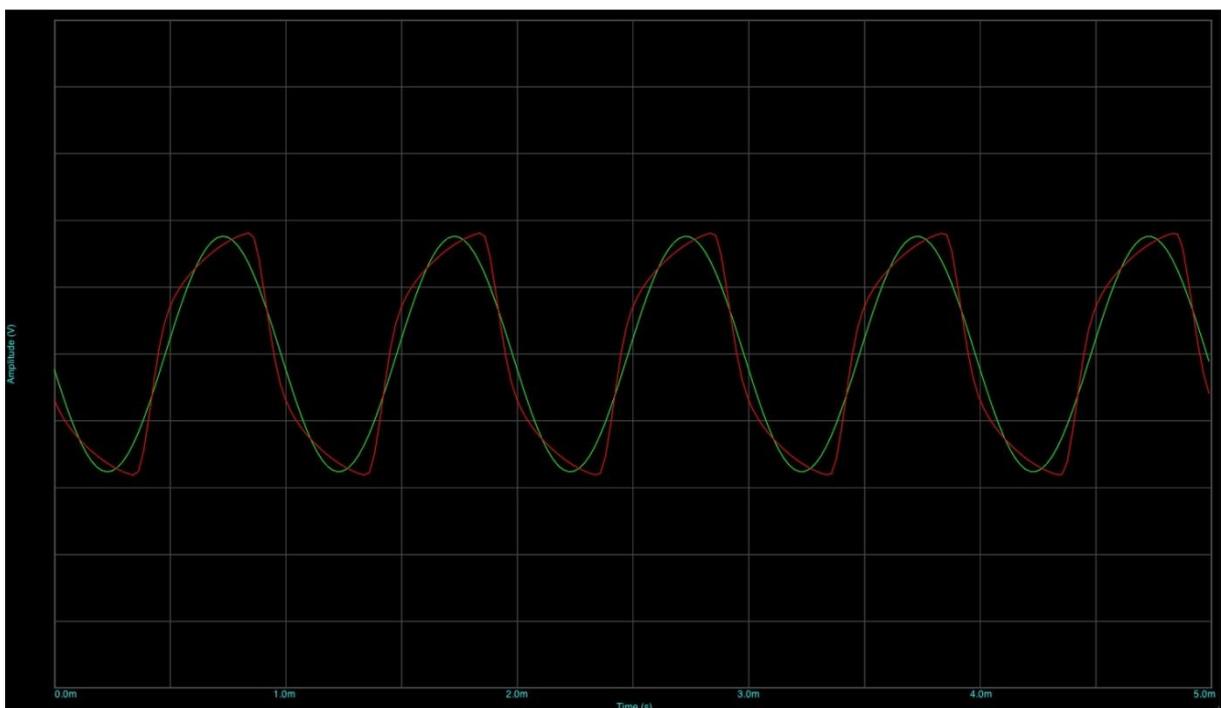


Abbildung 13: Wellenform einer Röhrenverzerrung

Dieses Bild wurde anders skaliert um die Wellenform besser erkennen zu können! Diese Wellenform hat eine komplett andere Form und gleicht mehr einer Sägezahnsschwingung, was ein überraschendes Ergebnis darstellt, denn die

Rechteckschwingung die im Idealfall aus einem positivem und negativem Maximum ohne Zwischenwerte und die Kippschwingung die aus einem stetigen Anstieg besteht, haben klanglich völlig verschiedene Eigenschaften.

Wichtigste Erkenntnis meiner Analyse war der Versuch den 500Hz. Ton bei abgedrehtem Verstärker in die Lautsprechersimulation zu schicken. Daraus ergab sich, dass dies die Wellenform nicht verändert, aber akustisch ein Effekt zu hören ist. Des weiteren wurde deutlich, dass auch keine Obertöne hinzukamen. Daher war der nächste Schritt in das Plugin ein weißes Rauschen⁷⁶ zu schicken.

Als Testplugin wurde zum Vergleich Amplitude ausgewählt. Als Preset wurde Jimi Hendrix *Purple Haze* (Rhythmus Sound) gewählt. Als Test wurden zuerst alle Effekte abgeschaltet und dann der Verlauf der Effektkette Schritt für Schritt aktiviert. In den Bildern ist das weiße Rauschen als blaue Linie eingezeichnet. Wie bei dem vorherigen Experiment wurde darauf geachtet die selbe Ausgangslautstärke in jeder Stufe zu erreichen. Zusätzlich wurde in weiterer Folge der vorherige Frequenzgang als rote Linie eingezeichnet um den Verlauf genauer dokumentieren zu können. Die Bänder der Analyse sind Drittel Oktavbänder, von 20 – 20.000 Hertz, die Lautstärke der Bänder ist von -100 dBV bis 0 dBV in Zehnerschritten skalierte.

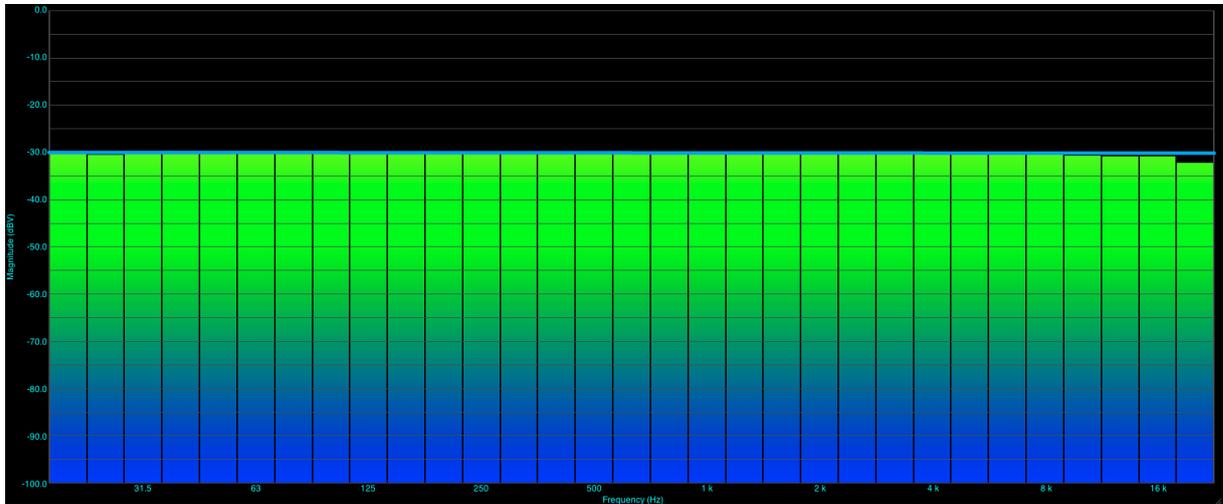


Abbildung 14: Amplitude Schritt 1: weißes Rauschen wird in das Programm geschickt, keine Effekte aktiv

⁷⁶ Als weißes Rauschen bezeichnet man ein Testsignal dass alle Frequenzen gleich laut wiedergibt

Frequenzverlauf Amplitude ohne Effekte.

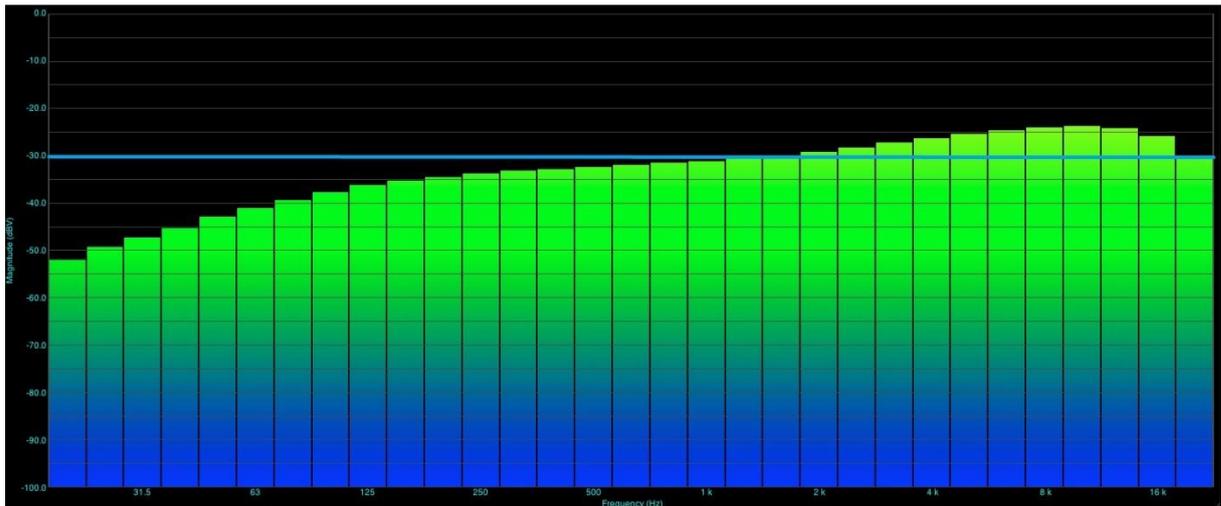


Abbildung 15: Amplitude Schritt 2: Fuzzpedal wird aktiviert

Als erstes wurde ein Fuzzpedal aktiviert, welches die Frequenzen von 2000-16000 Hz. anhebt und den Bassbereich stark absenkt.

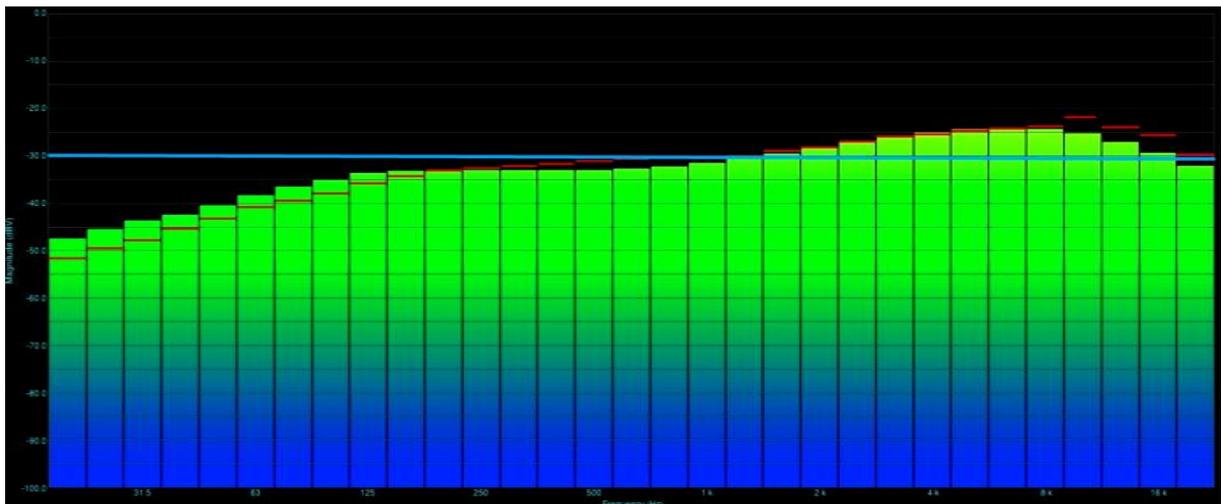


Abbildung 16: Amplitude Schritt 3: Frequenzspektrum mit Fuzz und Verstärker

Beim Hinzuschalten des Verstärkers zeigt sich nun, dass die hohen Frequenzen über 8000 Hz. wieder gedämpft und dafür die Bässe angehoben werden. Zusätzlich werden die Mitten abgesenkt. Die Mittendämpfung zeigt sich interessanterweise bei jedem Verstärker in Amplitude, kann aber zu diesem Zeitpunkt von mir nicht wissenschaftlich

erklärt werden.

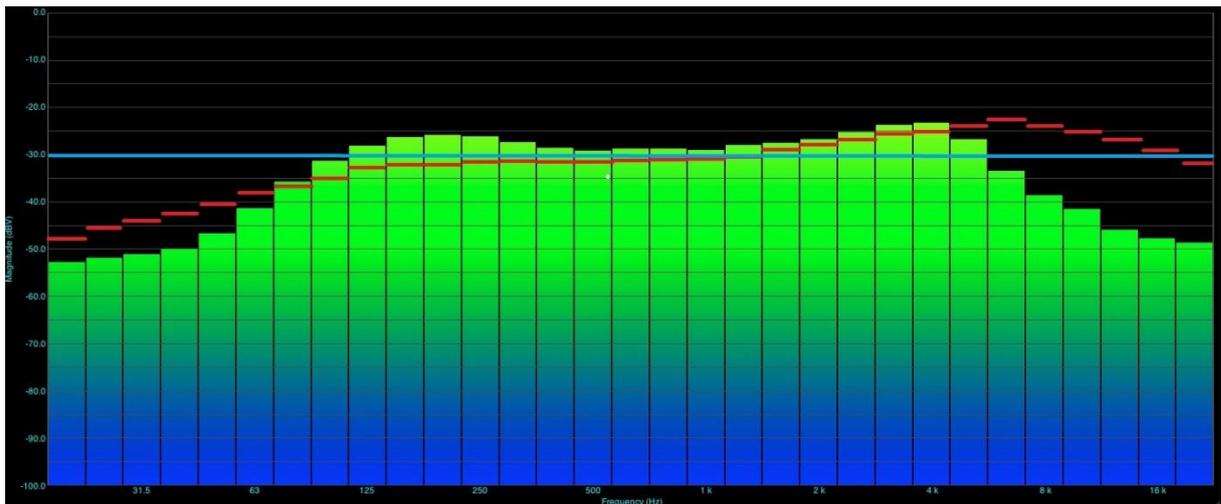


Abbildung 17: Amplitude Schritt 4: Aktivierung der Lautsprecher- und Mikrofon- Simulation

Als nächstes wurde die Boxen- und Mikrofon-Simulation hinzu geschaltet und es zeigt sich, dass hier die stärkste Veränderung im Klangbild eintritt. Die Höhen werden stark abgesenkt über 4000 Hz. , hingegen angehoben bis 80 Hz. , wobei der Bassbereich am meisten verstärkt wird. Frequenzen unter 63 Hz werden stark abgesenkt wobei die Absenkung im tiefen Bassbereich nahezu identisch mit der Anhebung des Frequenzverlaufes bei Zuschalten des Verstärkers ist, das bedeutet der Verlauf im Bassbereich gleicht dem, des Fuzzpedals.

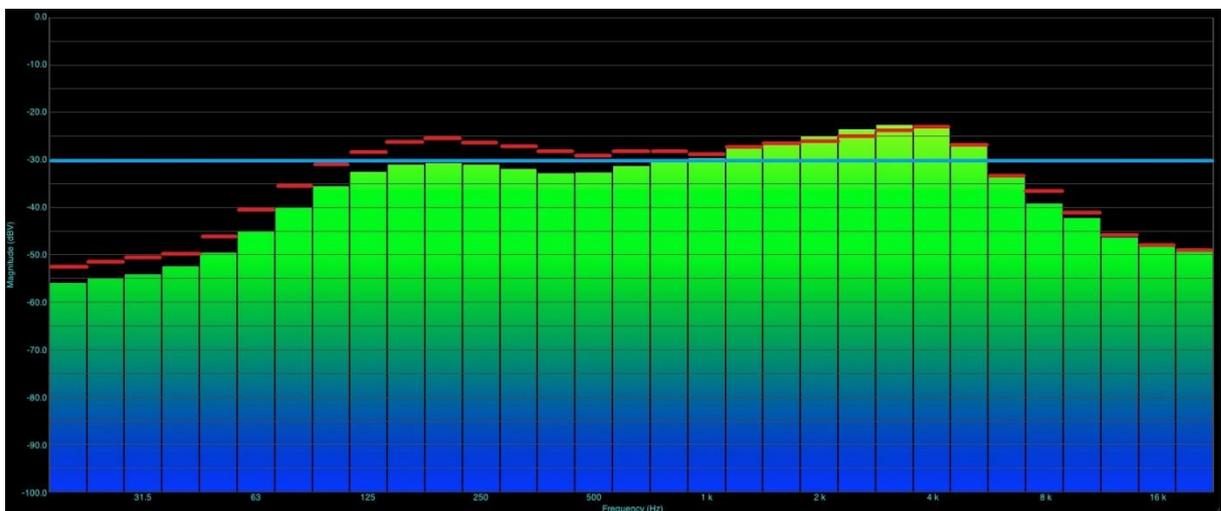


Abbildung 18: Amplitude Schritt 5: Aktivierung des 19“ Equalizer-Effektes, Effektkette vollständig

Letzte Stufe der Klangbearbeitung ist das Zuschalten eines Equalizers, dieser senkt nochmals den tiefen Bassbereich und die Mitten. Vergleicht man dieses Bild mit dem

Frequenzbild des DigiTech Pedals so sieht man gewisse Übereinstimmungen.

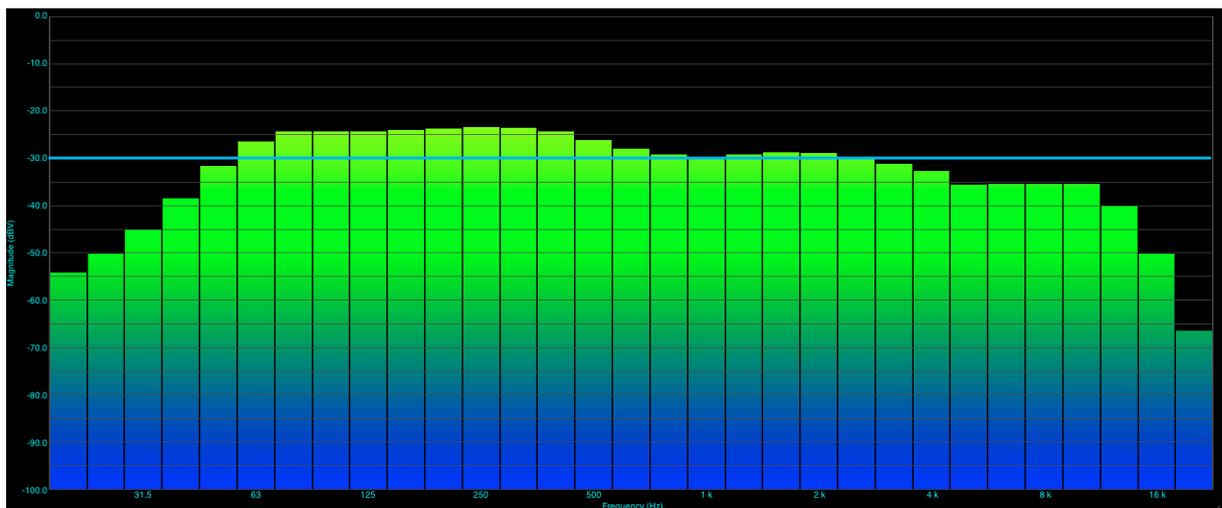


Abbildung 19: Vergleich DigiTech Pedal

Im Bassbereich und über 4000 Hz. sind die Kurven ähnlich hingegen im Mittenbereich gespiegelt. Das DigiTech Pedal hebt von 500 bis 60 Hz. an, Amplitude hingegen von 1000 bis 6000 Hz.

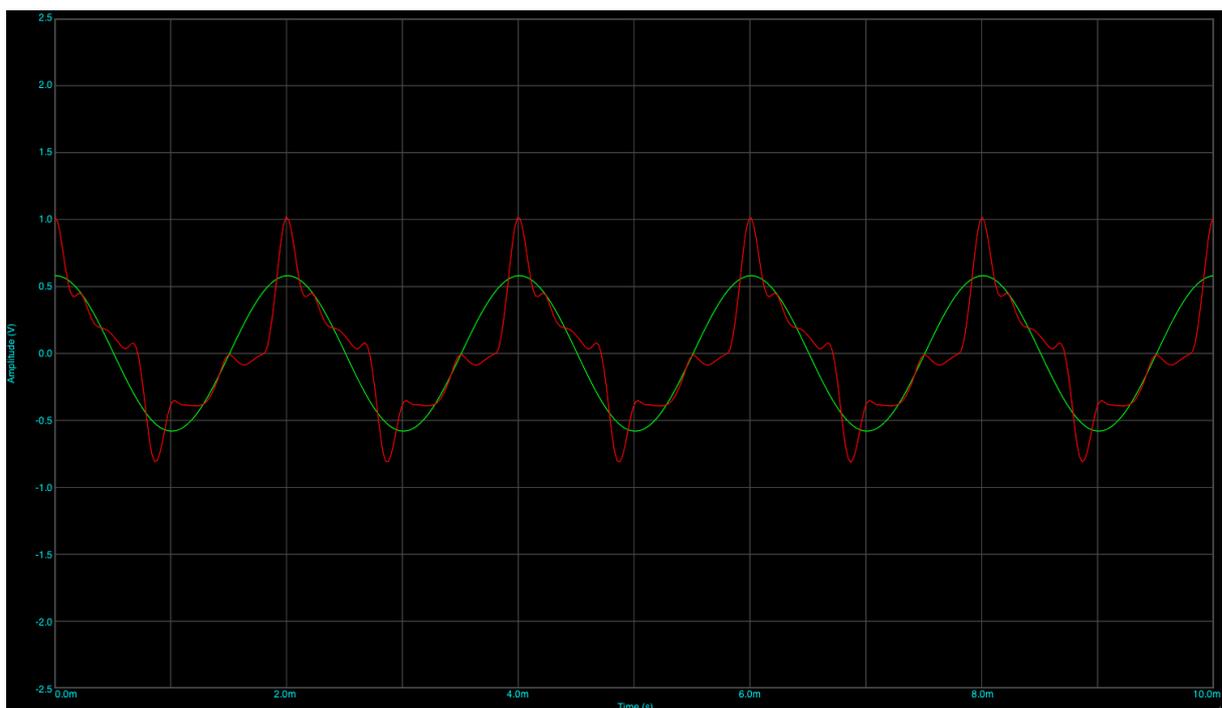


Abbildung 20: Amplitube Oszillogramm mit allen Effekten

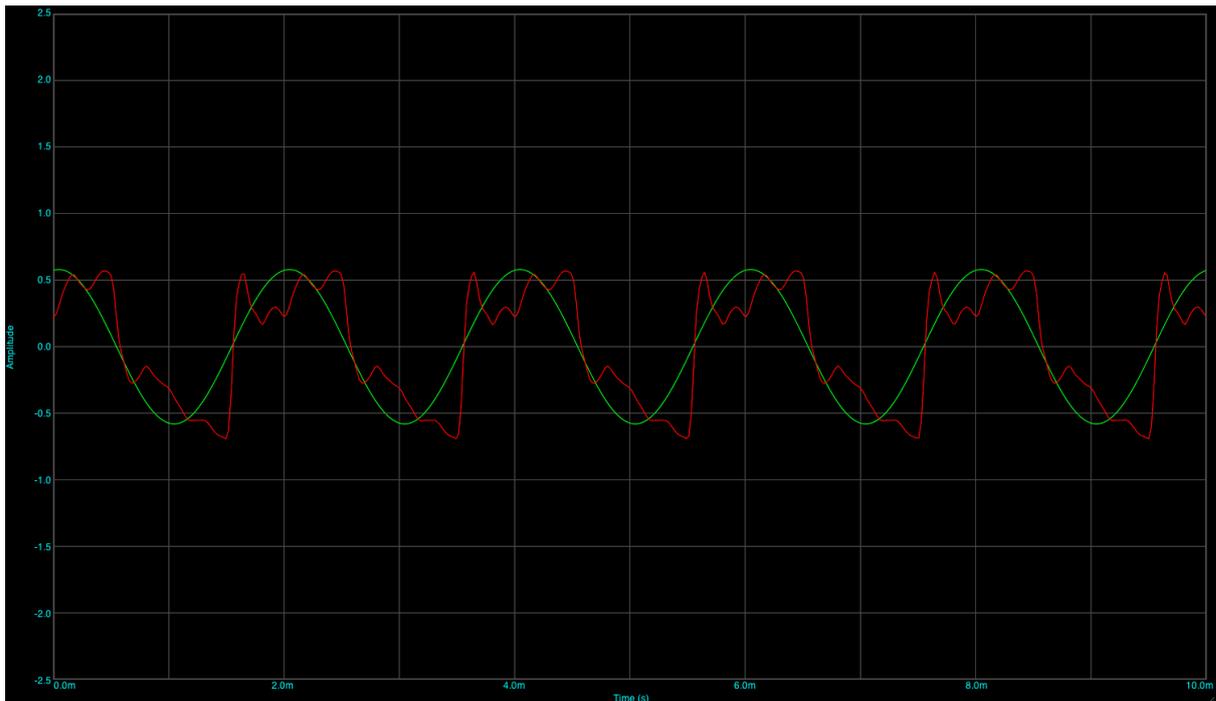


Abbildung 21: DigiTech Oszillogramm

Abbildung 19 und 20 zeigen nun den Vergleich der Oszillogramme von Amplitude und dem DigiTech Pedal. Man sieht deutlich, dass das Pedal stärker einer Rechteckschwingung gleicht, und hingegen das Plugin zeigt eine Zusammensetzung aus verschiedenen Schwingungen. Leider ist es aufgrund des Aufbaus des Pedals nicht möglich einen direkten Vergleich der Verzerrungen durchzuführen, aber es ist anzunehmen, aufgrund des Patenttextes⁷⁷ zu dem Pedal, dass im Zuge der Signalverarbeitung auch hier ein Rechtecksignal generiert wird, dass dann über Filter bearbeitet wird.

Ganz allgemein kann man sagen, dass die Erkenntnis erstaunlich ist, dass die Boxen- und die Mikrofon- Simulation keinen Einfluss auf das Schwingungsverhalten des 500 Hz. Tons hat sondern, auf das Frequenzband. Das bedeutet, dass die Simulation einerseits über die Veränderung der Schwingungen (Rechtecksignal), und andererseits über die Bearbeitung des Frequenzbandes erfolgt. Dabei ist aber beachtenswert, dass wenn man analoge Geräte selber „Bauart“ vergleicht, sie eine ganz andere Wellenform entstehen lassen, die dennoch ähnlich klingt.

Aus klanglicher Sicht wurde versucht den Geräten Leben einzuhauchen und ihre Charakteristika herauszuarbeiten. Bei den meisten Programmen zeigt sich dies deutlich in den Verzerrer Simulationen da zumeist mehr als 10 Effekte vorhanden die jeweils

⁷⁷ Siehe Fußnote 72

anders klingen. Extrem ist die Situation bei IK Multimedias Amplitude, hier sind insgesamt mehr als 30 Pedale (wenn man alle Erweiterungen mitrechnet) verfügbar. Von der Funktionsweise sind im Original die verschiedenen Effekte gleich, das bedeutet wie bereits beschrieben, dass sie die Verzerrung entweder mit Röhren, Transistoren, oder integrierten Schaltungen (ICs) erreichen. Diese Unterschiede sind zum einen Hörbar, aber auch die Feinheiten der einzelnen Pedale sind herausgearbeitet, so haben alle Pedale einen gewissen Einsatzbereich, im Fall der Verzerrer einen sogenannten Gainbereich, also Grad der Verzerrung, mit dem sie arbeiten. Ebenso wurden technische Feinheiten bei den Geräten nachmodelliert, wie zum Beispiel zusätzliche Regler für Feineinstellungen, oder umgekehrt wurden Regelmöglichkeiten, vor allem bei der Modellierung alter Geräte, die nützlich wären nicht nachträglich hinzugefügt, um die Originalität nicht zu kompromittieren.

Wie bereits erwähnt, muss man, um den Klang den man sich vorstellt zu finden, entweder in dem großen Angebot suchen, oder man kennt die Pedale, Verstärker, Boxen und Mikrofone. Der eigentliche Prozess der Zusammenstellung gestaltet sich wie mit analogen Geräten, man kreierte eine Effektkette aus verschiedenen Effekten, wobei hier die Positionierung der Effekte wie im echten Leben eine große Rolle spielt. Man schickt das Signal an den ausgewählten Verstärker und nimmt es mit einer simulierten Box und Mikrofon ab. Die Positionierung des Mikrofons ist ebenso variabel und nimmt Einfluss auf den Klang.

Eine wichtige Frage ist wie man die zahlreichen Geräte, wenn man die Effekte im Original kennt, unterscheidet und findet, da die meisten Hersteller keine Lizenzen für die Geräte haben und sie daher nicht beim Namen nennen dürfen.

Erstes Kriterium ist, dass man sich die Marketingstrategien der einzelnen Unternehmen zu Nutzen gemacht hat, das bedeutet, man hat rein optisch die einzelnen Verstärker nachgebaut. Die meisten Gitarristen können, wenn man ihnen Bilder von Verstärkern zeigt, rein optisch schon feststellen, von welchem Hersteller der Verstärker gebaut wurde. So haben Marshall, einen schwarzen Tolex Bezug und eine goldene Zierblende, Fender einen silbernen Bezug und eine schwarze Blende und Mesa Boogie Verstärker, entweder eine schwarze Blende mit schwarzer oder stahl-Front. Man sieht, rein optisch unterscheiden die einzelnen Firmen stark, ähnliches kann man auch bei Effektpedalen beobachten. Je nach Hersteller, kann man aber auch lizenzierte Effekte, oder Verstärker finden, so wie in Revalver von Peavy, natürlich unter anderem auch Peavy Verstärker simuliert werden. IK Multimedia bietet zum Beispiel eine reine Fender Edition, darin

enthalten sind die Berühmtesten Fender Verstärker und Effektgeräte, wie Simulationen des 1965er Twin Reverb oder des 1959er Bassman und des Fender Blender Fuzz Pedal. Für diese Diplomarbeit stellt das von IK Multimedia produzierte Jimi Hendrix Plugin die wichtigste Software Lösung dar. Wie bereits erwähnt, haben selbstverständlich auch andere Plugins Hendrix Presets, aber das oben genannte Programm bietet nur Hendrix Sounds an, und dies mit einer vollständigen Lizenzierung, daher besitzt es auch das *Authentic Hendrix*⁷⁸ Markenzeichen. Im Umfang sind Simulationen des Marshall Super Lead, Fender Bass Man, Roger Mayer Axis Fuzz, Mosrite Fuzzrite, Dallas Arbiter Fuzz Face, Roger Mayer Octavia, und anderen enthalten. Zusätzlich wurden die Klangeigenschaften alter Bändchen-Mikrofone und Lautsprecher simuliert. Es zeigt sich, dass in dieser Erweiterung nur alte Geräte vorhanden sind die Hendrix wirklich gespielt hat, und teilweise wurde auch versucht, auf die Situation im Studio einzugehen und es wurde Effekte, wie ein Leslie Verstärker, oder ein Plattenhall in das Programm integriert. Diese Hendrix Edition ist so aufgebaut, dass man über eine Diskografie, eine Liste mit allen Songs zur Verfügung hat, und in weiterer Folge einen Teil des Liedes auswählt.

2.6 Ergebnisse eines Versuches⁷⁹

2.6.1 Der Versuchsaufbau:

Es wurde eine Gitarrenspur die dem Intro von Jimi Hendrix Lied „*Little Wing*“ nachempfunden ist digital aufgezeichnet. Verwendet wurde eine Fender Stratocaster Baujahr 1970⁸⁰, ein Rechtshändermodell mit Fender Rock Saiten der Stärke 0.10-0.46. Aufgezeichnet wurden die Spur, mono, mit einem Fire Wire Interface der Marke M-Audio⁸¹ auf einem Apple Mac Pro in Logic 8, mit einer Samplerate von 48khz und 24bit.

Nach der Aufzeichnung stand eine Gitarrenspur zur Verfügung die als Grundlage des Versuches diente, daher kann einerseits eine zeitgleiche Bearbeitung, mit Hilfe von

⁷⁸ Sieh Fußnote 4

⁷⁹ Tonbeispiele sind als Cd beigelegt.

⁸⁰ Leider war es mir nicht möglich ein Modell Bj.1966 für diesen Versuch zu finden da diese Modelle einen Wert weit über 10000€ besitzen. Ansonsten entspricht der verwendete Saitentyp dem von Hendrix verwendeten Typ.

⁸¹ M-Audio 1814 (18 Eingänge /14 Ausgänge)

Automationen⁸² erfolgen und andererseits kann man, auf ein Referenzsignal zurückgreifen.

Im Folgenden wurden die Spuren entweder digital, oder durch reamping⁸³ modelliert. Für die Simulation mit Plugins, Amplitude und GuitarRig wurden sie im Sequenzer bearbeitet., wobei wie bereits in den Kapiteln 2.4 und 1.2 beschrieben, Amplitude und GuitarRig VST Instrumente sind, und deren Presets nicht weiter bearbeitet wurden, um Chancengleichheit zu gewährleisten. Hierzu muss man sagen, dass einzig bei GuitarRig das Delay gegen einen Reverb ausgetauscht wurde, da kein exaktes Preset vorhanden war und auch von der Herstellerfirma, kein Anspruch auf Ähnlichkeit zu *Little Wing* von Jimi Hendrix erhoben wird.

Bei den Programmen und Plugins wurde im Sequenzer, an derselben Position der Spur eine Automation zur Steuerung des Effektanteils der jeweiligen Leslie Simulation gezeichnet, dabei wurde immer dieselbe Effektintensität gesetzt.

Für die Simulation mit Plugins wurde die Aufnahme zuerst mit einem Equalizer mit welchem ein Low-Cut⁸⁴ und eine breite Anhebung im Bereich von 1000-4000 Hz. durchgeführt wurde, wobei gleichzeitig bei 500 und 1200, schmalbandig, Frequenzen abgesenkt wurden. Mit einer Röhrenverzerrer-Simulation, wurde in weiterer Folge versucht den Verstärkersound nachzuahmen. Zusätzlich wurde das Signal an eine zweite Spur geschickt die mit einer Leslie Simulation belegt war, geschickt, um so den Effektanteil besser steuern zu können. Beide Spuren wurden schließlich zusammengeführt und mit einem Hall versehen um den Aufnahmeraum nachzustellen und abschließend nochmals mit einem Equalizer bearbeitet. Bei diesem Versuch, den Sound von Hendrix „per Hand“ zu modellieren, war die Klanganalyse mittels Frequenzbandanalyse wichtigstes Werkzeug, da nur die CD Aufnahme und einige Angaben aus der Literatur zu *Little Wing*, zur Verfügung standen. Zudem wurden die einzelnen Einstellungen der Parameter teilweise nach Gehör vorgenommen, da stellenweise die Frequenzbandanalyse keine eindeutigen Ergebnisse, aufgrund der Verwendung des Leslie liefern konnte (siehe Kapitel 2.2).

Bei dieser Methode besteht natürlich der Vorteil, das Grundsignal der Gitarre von Vorhinein anzupassen und gewisse Frequenzen, sozusagen markante Frequenzbänder

⁸² Als Automation bezeichnet man in der Aufnahmespur eingefügte Steuerdaten, die gewisse Parameter, in diesem Fall, den Effektanteil, steuern.

⁸³ Als *reamping* bezeichnet man die Methode ein bereits aufgenommenes Gitarrensinal (zumeist ohne Effekte), durch einen analoges Gerät zu schleifen um es dann entweder per Mikrofon oder D.I. nochmals aufzunehmen.

⁸⁴ Als Low-Cut bezeichnet man das beschneiden des Frequenzbandes ab einer Frequenz nach oben.

herauszuarbeiten. Damit erreicht man ein sehr ähnliches Klangbild schon mit wenigen Veränderungen.

In Amplitude wurde das Preset „*Little Wing – Intro*“ für den Song ausgewählt.

Für GuitarRig wurde das Preset „*Jimi’s Wing*“ gewählt und das Delay gegen einen Reverb ausgetauscht.

Amplitude arbeitet bei diesem Preset interessanter Weise nicht mit der Marshall Super Lead Simulation sondern mit einem Fender Dual Showman, mit einer 2x15“ Box und einem Bändchen Mikrofon. Zusätzlich sind ein Kompressor und ein Equalizer, zur Anhebung der Frequenzen um 2500 Hz. , in der Effektkette vorhanden. Der Leslie Effekt wird mit einer Univibe Simulation und einem 19“ Leslie-Rackeffekt erzeugt. GuitarRig simuliert einen Marshall Super Lead mit einer 4x12“ Marshall und einer 2x12“ Fender Tweed Box, die beide mit dynamischen Mikrofonen abgenommen werden. Ähnlich wie Amplitude wird auch hier ein Kompressor und ein Equalizer mit Mittenanhebung verwendet. Zusätzlich habe ich in diesem Fall den Hall gegen eine Leslie Simulation ausgetauscht, da die Simulation dieses Effektes einen wichtigen Teil der nachfolgenden Evaluierung darstellt.

Für den Vergleich des DigiTech Pedals wurde die Spur mono aus dem Interface an das Effektpedal geschickt und dann wieder aufgenommen. In diesem Fall war es nicht möglich den Effektanteil so exakt zu steuern, da die Intensität über das Fußpedal gesteuert wird. Gewählt wurde das Preset „*Little Wing*“ und davon die Simulation des Intro Sounds mit einem Marshall Super Lead, einem EMT 140 und einem Leslie.

Für die Analoge Simulation wurde das Signal wieder mono ausgegeben und dann, durch Analoge Geräte geschliffen und wieder aufgenommen.

Für den Leslie Effekt stand ein *Rotosphere*⁸⁵ von **Hughes and Kettner** zur Verfügung.

Auf einen Gitarrenverstärker und Mikrofonierung wurde in diesem Fall verzichtet.

Dieser wurde durch einen Röhrenvorverstärker⁸⁶ von **Hughes and Kettner** ersetzt, um die Chancengleichheit im Vergleich zu den anderen Aufnahmen zu gewährleisten.

Dadurch wurde das Signal nach dem Röhrenpreamp, direkt wieder aufgezeichnet. Eine zusätzliche Mikrofonierung hätte meiner Meinung nach den Vergleich zu sehr verfälscht da, einerseits die Lautsprecher, die für den Gitarrenklang ein entscheidender Faktor sind, da sie den Klang wiedergeben, das Signal verändern würden, und andererseits die Dynamik die durch den Aufnahmeraum, beziehungsweise dessen

⁸⁵ Ähnlich der Schaltung des Univibe, Klangerzeugung basiert auf demselben Prinzip.

⁸⁶ Tubefactor

Reflexionen und die Mikrofonierung, entstehen würden, einen anderen Charakter besitzen als die Referenzaufnahme.

Um Hendrix Equipment genau nachzubauen, siehe Kapitel 1.1.

2.6.2 Hörtest-Evaluierung:

Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben wurde *Little Wing* von Jimi Hendrix aus dem Jahr 1967 vom dem Album *Axis: Bold as Love* für den Vergleich herangezogen. Gründe für diese Entscheidung sind im Kapitel 2.3 zu finden. Das Musikstück wurde in drei Teile zerschnitten, wobei jeweils der Anfang und das Ende eines Abschnittes mit einem kurzen Fade-In beziehungsweise Fade-Out versehen wurde. Passend zur den einzelnen Teilen, wurden auch die Bearbeiteten Aufnahmen zerschnitten. Diese Teile wurden von ihrer Länge so gehalten dass Abschnitt 1, vier Sekunden, Abschnitt 2, drei Sekunden und Abschnitt 3, fünf Sekunden lang sind. Daraus ergibt sich, dass bei der Evaluierung der einzelnen Teile der Proband sich nicht länger, als zehn Sekunden auf das Hörbeispiel konzentrieren muss und dies dem Kurzzeitgedächtnis zu Gute kommt. Zusätzlich wird zwischen den einzelnen Vergleichen, eine Pause von zirka 3 Sekunden eingefügt, um die Hörbeispiele klar voneinander zu trennen. Insgesamt wurden 6 Bearbeitungen des Originals hergestellt, das bedeutet es standen 18 Teile und 6 Mal das gesamte Intro von 30 Sekunden zur Evaluierung, wobei jene langen Ausschnitte, am Ende des Hörtest gespielt wurden, und zusätzlich wurde dabei, nach der Klangerzeugung (digital/analog) gefragt.

Bei der Evaluierung selbst, wurde den Probanden zuerst das Original und dann eine bearbeitete Version vorgespielt und diese sollte auf einer Skala von 0 bis 10, klanglich beurteilt werden. Die einzelnen Ausschnitte wurden dabei in unterschiedlicher Reihenfolge, ohne Wiederholung eines Ausschnittes gespielt. Aufgrund dieser Bewertungsart, könnte man die einzelnen Ergebnisse, welche weiter unten folgen, auch als Prozentzahl der Übereinstimmung sehen und die Skala, 0 bis 10, als 0 bis 100% Übereinstimmung betrachten.

Es wurde in der Erklärung darauf hingewiesen, möglichst nicht auf die Spielweise, sondern auf den Klang zu achten, da natürlich eine hundertprozentige Kopie der Spielweise von Hendrix nicht möglich war. Des Weiteren sollte jede Version sofort beim Vorspielen beurteilt werden, um zu vermeiden, dass ein Vergleich der Beispiele untereinander vorgenommen wird. Vor dem Hörtest sollte das Alter notiert werden, um eine bessere Einteilung treffen zu können. Des weiteren wurde gefragt, ob man ein

Musikinstrument und speziell Gitarre spielt, da für die Evaluierung ein Kriterium war, ob Musiker den Klang kritischer, beziehungsweise anders beurteilen, oder nicht und zusätzlich, ob diese Gruppe die Klangerzeugung exakter bestimmen kann, als Personen die keinen direkten Bezug zum Gitarrespielen haben.

Ein weiteres Kriterium war, die Frage nach der Bekanntheit des Stückes und damit die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die Bewertung zu ziehen, oder herauszufinden, ob eine gewisse Voreingenommenheit bei der Beurteilung herrschte.

Als Versuchsgruppe standen 120 Personen im Alter von 13 bis 83 Jahren, wobei die Gruppe 18 – 24 mit 89 Probanden, den größten Teil ausmachte. Von den 120 Befragten kannten 104 Personen das Stück. Aus der Gruppe spielten 58 Menschen ein Instrument und davon 49 Gitarre. Daher kann man sagen, dass eine Beurteilung der Durchschnittlichen Bewertung von Musikern und Nicht-Musikern, aufgrund der beinahe Gleichheit der Anzahl, erfolgen kann.

2.6.3 Ergebnisse:

Die folgenden Ergebnisse wurden mit Hilfe eines Evaluierungsbogens (siehe Anhang) erhoben. Dabei werden die Ergebnisse der einzelnen Abschnitte und das gesamte Stück beurteilt. Des Weiteren, wird die Einschätzung von analoger und digitaler Klangerzeugung beurteilt. Sofern in der Beschreibung nicht anders angegeben, nehmen die Zahlen bezug auf die gesamte Gruppe von 120 Personen, Teilergebnisse werden im Nachfolgenden Text näher erläutert. Die Zahlen beziehen sich auf den Mittelwert, plus minus der Standardabweichung, die im Durchschnitt 1 beträgt. Die Ergebnisse wurden auf 1 Kommastelle gerundet.

Ergebnisse Abschnitt 1:

Diese Grafik bezieht sich auf den ersten Abschnitt und zeigt, dass das Jimi Hendrix Pedal bei der Simulation der Ghostnotes, durchschnittlich mit ca. 57% Übereinstimmung beurteilt wurde. In dem Klangbeispiel ist wichtig, eine möglichst dynamische Verzerrung darzustellen, da es sehr kurze Töne sind und zusätzlich spielt hier der Klang des Leslie eine entscheidende Rolle weil er stark zu hören ist. Diese Eigenschaften konnte die Simulation mit Plugins nicht erfüllen, aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten der Röhrenverzerrer-Simulation, daher wurde sie mit nur 41% beurteilt. Interessanter Blickpunkt ist die gesonderte Bewertung von Musikern,

die durchschnittlich 0,5 Punkte weniger vergaben, aber bei GuitarRig mit den Bewertungen der Nicht Musiker übereinstimmten

Abschnitt 1

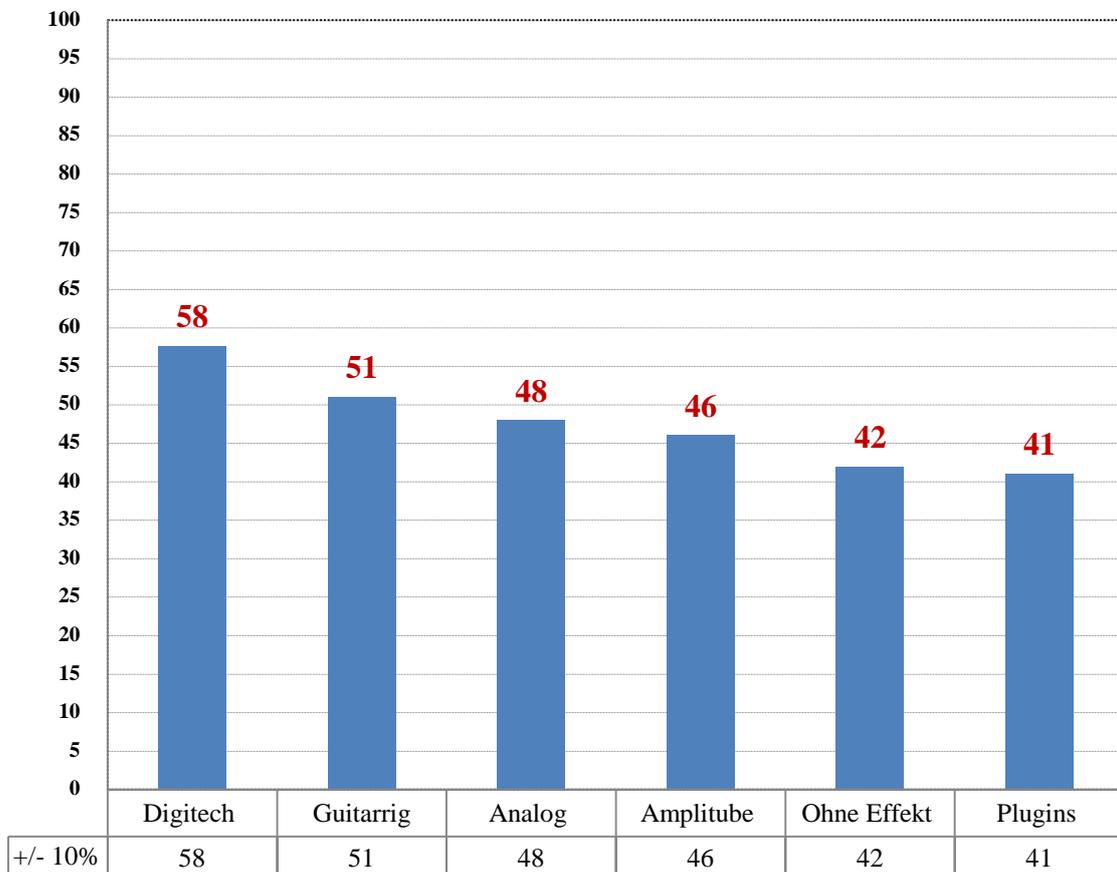


Tabelle 1: Ergebnisse Abschnitt 1 (Werte in Prozent)

Ergebnisse Abschnitt 2:

Abschnitt 2 ist ein schnell gespielter Abschnitt, mit vielen Noten und einem großen Dynamikumfang, bei dem die Verzerrung im Vordergrund steht. Der Leslie Effekt ist nur schwach zu hören und spielt keine große Rolle. Das Programm GuitarRig und das DigiTech Pedal wurden hier, gleichwertig mit ca. 54% Übereinstimmung beurteilt. Am wenigsten Übereinstimmung zeigte der Vergleich mit der völlig unbearbeiteten Gitarrenspur. Ähnlich wie bei dem vorherigen Abschnitt, haben Musiker durchschnittlich um 0,5 Punkte weniger vergeben. Als Ausnahme zeigt sich die Simulation mit analogen Geräten, diese wurde von Musikern mit nur 29% Übereinstimmung beurteilt.

Abschnitt 2

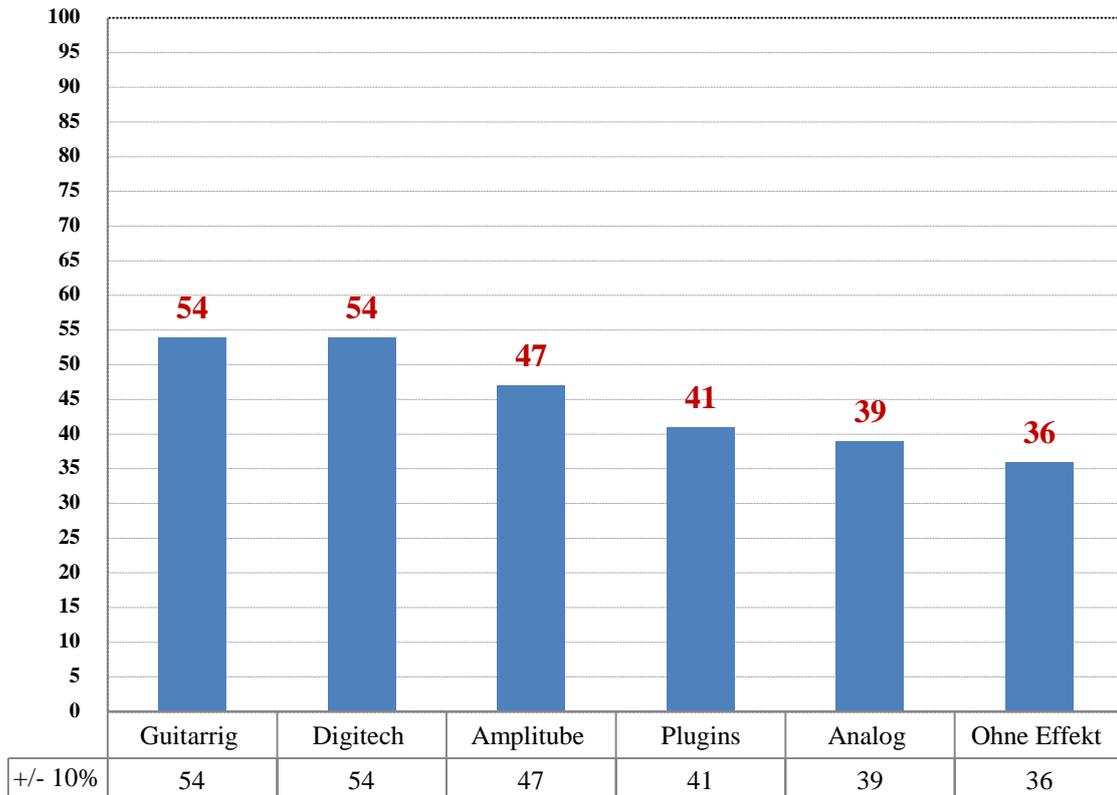


Tabelle 2: Ergebnisse Abschnitt 2 (Werte in Prozent)

Ergebnisse Abschnitt 3:

Abschnitt 3 stellt die größte Herausforderung dar da hier die klangliche Übereinstimmung des Leslie Effektes ausschlaggebend ist. Aufgrund der Quartverschiebungen ist der Leslie besonders deutlich zu hören. Wie in der Grafik zu sehen, ist keine der Simulationen wirklich zufriedenstellend, da keine der Versionen mehr als 40% Übereinstimmung erreicht und das Maximum dieses Abschnittes daher mehr als 10% unter dem der anderen liegt. Als beste Simulation schneidet GuitarRig mit 40% Prozent ab, wobei ursprünglich im Preset kein Leslie vorhanden war und dieser nachträglich hinzugefügt wurde. Als schlechteste Methode wurde die Analoge Rekonstruktion mit 16% Übereinstimmung empfunden, wobei Musiker sogar nur mit durchschnittlich 8% werteten. Auch das DigiTech Pedal wird um 10% schlechter bewertet.

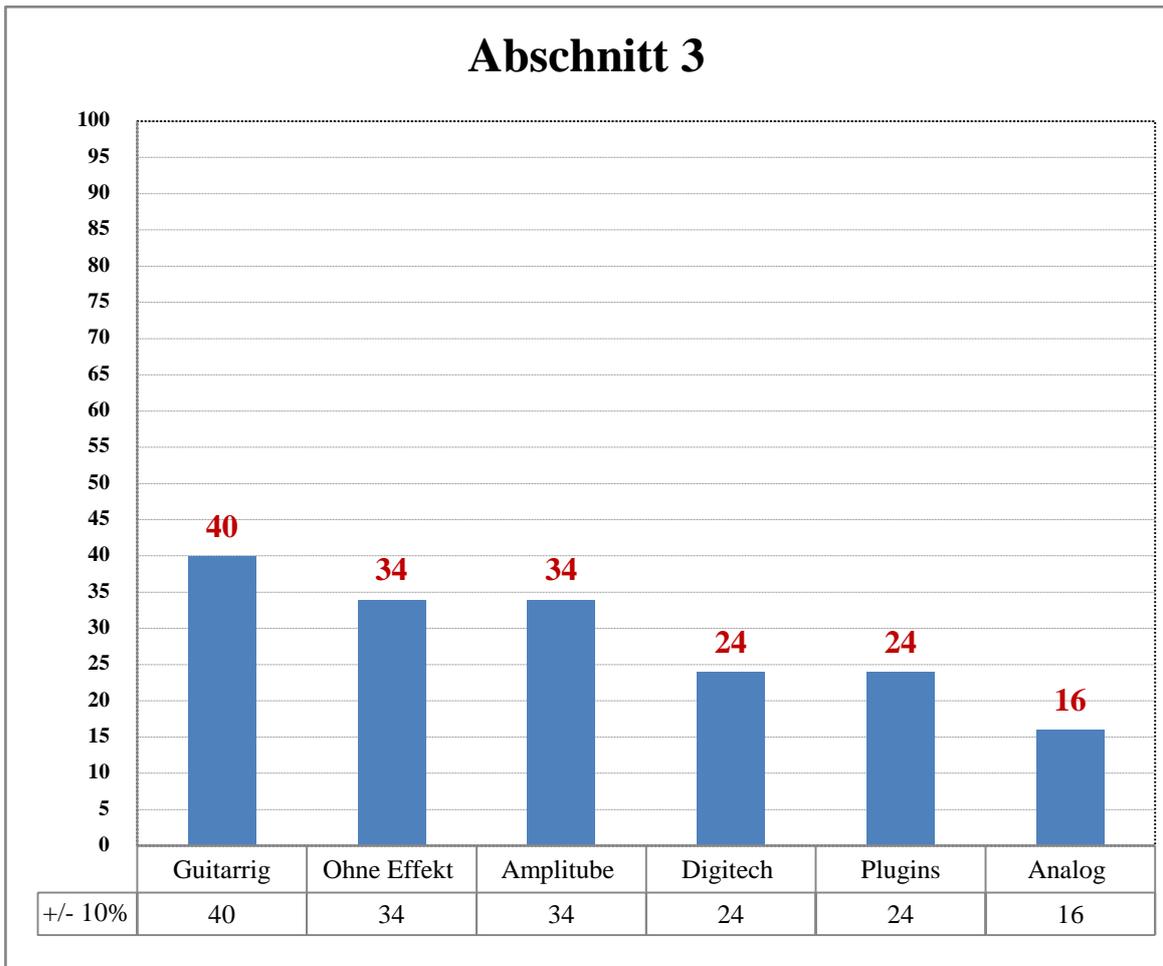


Tabelle 3: Ergebnisse Abschnitt 3 (Werte in Prozent)

Ergebnisse gesamtes Stück:

Die Ergebnisse des gesamten Stückes zeigen, dass über die Dauer von ca. 30 Sekunden das DigiTech Pedal, gefolgt von der selbstgemachten Plugin Effektkette, als am ähnlichsten empfunden wurde. Den meisten Unterschied zeigt sie Rekonstruktion mit analogem Equipment. Interessant ist in diesem Fall, dass Musiker ähnlich bewerteten als die restliche Gruppe und bei dem DigiTech Pedal die Meinungen übereinstimmten.

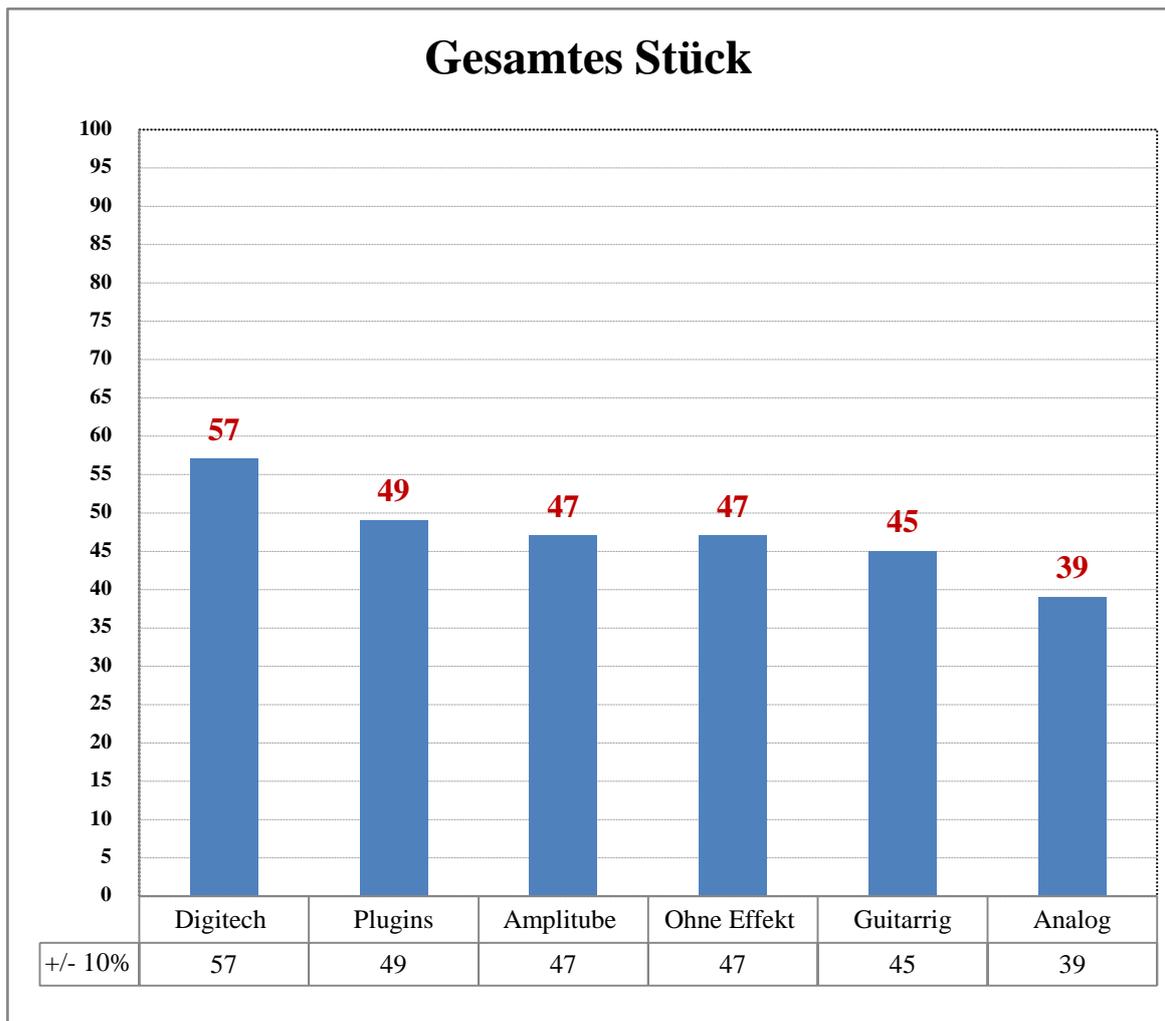


Tabelle 4: Ergebnisse des gesamten Stückes (Werte in Prozent)

Welche Schlüsse kann man nun aus diesen Bewertungen ziehen?

Als wichtigsten Schluss sehe ich die Tatsache, dass generell keine Methode über 60% Übereinstimmung erreichen konnte, Gründe dafür können natürlich die aufgenommene Gitarrenspur, oder die verwendete Gitarre sein. Interessant ist auch, dass oftmals die analoge Simulation sehr schlecht bewertet wurde und teilweise, was für mich eher unverständlich ist, schlechter bewertet wurde als die Aufnahme ohne jegliche Effekte. Wenn man nochmals die Bewertung des gesamten Stückes heranzieht und die einzelnen Teilbereiche addiert, so würde sich ergeben, dass im Gesamten das GuitarRig Plugin, durchschnittlich am besten bewertet wurde, und das DigiTech Pedal an zweiter Stelle liegt. Dennoch muss man sagen, dass trotz der limitierten Möglichkeiten, das DigiTech Pedal durchwegs sehr ähnlich (im Sinne der Bewertung) klingt.

Zum Verhältnis der Punktevergabe ist zu sagen, dass wie bereits erwähnt, Musiker und besonders Gitarristen, durchschnittlich schlechter bewerteten als Nicht-Musiker. Die

präsentierten Werte unterliegen teilweise großer Abweichungen, so muss bei allen Grafiken eine Standardabweichung von 1 Punkt, beziehungsweise 10 Prozent, hingenommen werden.

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse zur analogen und digitalen Klangerzeugung präsentiert:

Nachfolgende Auswertung⁸⁷ gibt an wie viele der befragten den Klang der Tonbeispiele als analog oder digital empfanden. Zur Bewertung wurde das vollständige Stück vorgespielt und die Prozentzahlen in den Grafiken sind auf die gesamte Gruppe von 120 Personen bezogen. Zusätzlich wird in Klammer die richtige Klangerzeugung angegeben.

Mit dieser Betrachtung lassen sich nun deutlichere Schlüsse, auf das vorhandene Ergebnis ziehen. Denn wenn man die Bewertung, in Zusammenhang mit der Vermutung, dass die Bearbeitung analog, oder digital erfolgt ist, setzt, zeigt sich, dass im Durchschnitt besser bewertet wurde, wenn man vermutete, dass die Klangerzeugung analog erfolgte. Es ist aber zu sehen, dass es in diesem Fall auch Ausnahmen gibt, so haben 63% der Befragten richtig erkannt, dass das unbearbeitete Signal, analog war. Auf der anderen Seite erzielen die Plugins Amplitube und GuitarRig Ergebnisse, die darauf schließen lassen, dass die meisten Personen glauben, dass die Klangerzeugung analog erfolgte. Dies kann man als positives Ergebnis für die Plugins und deren Hersteller sehen. Hierzu muss man aber sagen, dass die gesamte Auswertung ähnlich der vorherigen Statistik keine überragenden Ergebnisse liefert, sondern bei maximal 65% (für Amplitube) halten. Interessant ist das Ergebnis des DigiTech Pedals, denn dieses wurde zu 52% richtig als digital eingeschätzt. Die analoge Rekonstruktion war am wenigsten aussagekräftig, denn 50% hielten sie für digital.

Bei den Musikern zeigt sich, dass diese besser unterscheiden können wie die Klangerzeugung erfolgte. Große Verschiebungen gibt es daher im Bereich der Plugins so wird Amplitube nur mehr von 60% als analog identifiziert.

Diese Ergebnisse zeigen dass, trotz geschultem Gehör, die Klangerzeugung bereits heute, nicht mehr so einfach zu identifizieren ist. In diesem Fall gilt es zusätzlich zu bedenken, dass für die Evaluierung nur eine Gitarrenspur verwendet wurde, die deutlich auszumachen war und Probleme des Klangverhaltens, wie sie in den vorherigen Kapiteln genannte wurden nicht zum Tragen kamen. Daraus könnte man den Schluss

⁸⁷ Notwendige Grafiken sind unter den Bildern zu finden

ziehen, dass wenn mehrere Gitarren in Kombination mit anderen Instrumenten in einem Musikstück verwendet werden, diese teilweise akustisch verdeckt werden und damit undeutlicher zuzuordnen wären und daher eine Identifizierung der Klangerzeugung fast ausgeschlossen ist. Vorhandene Ergebnisse, sowohl in der Beurteilung der Klangqualität, als auch in der Klangerzeugung, sind als positiv für derzeitige DSP-Geräte und Computerprogramme zu sehen. Das schlechte Abschneiden der analogen Geräte ist meiner Meinung nach so zu interpretieren, dass aufgrund des Mangels an originalgetreueren Geräten, vor allem eines Leslie, welcher obwohl er nicht im gesamten Stück zu hören ist, ständig eingesetzt wird, die Klangübereinstimmung als gering empfunden wurde. Ziel war aber, in diesem Fall, eine Rekonstruktion die nicht auf den originalen Geräten basiert, sondern auf billigeren Alternativen. Wie bereits beschrieben, musste aufgrund des limitierten Budgets auf einen Leslie verzichtet werden, als Ersatz diente ein Effektpedal, das aber aufgrund der erhaltenen Ergebnisse keine qualitative Lösung zur Simulation dieses Effektes sein dürfte.

Eine andere bereits erwähnte Tatsache ist, dass soweit man Musiker betrachtet, sie im Unterbewusstsein stark von der Klangqualität der analogen Technik überzeugt sind. Die Ergebnisse verdeutlichen das noch vorherrschende Problem der DSP-Effektpedale und Computerprogramme gegenüber dem hochstilisierten analogen Equipment. Wie aber das Kapitel zur den Plugins zeigt, arbeiten diese aber genau nach dem Prinzip der analogen Geräte und täuschen analoge Dynamik vor und aufgrund der Ergebnisse, kann man sagen, dass sie es realistisch machen und im Vergleich, teilweise besser als analoges Equipment, wenn es nicht exakt jenes ist, das bei der Aufnahme verwendet wurde. Damit ist der kostengünstigere Weg der analogen Rekonstruktion zwar noch immer eine Option, wenn man nicht genügend Geld zur Verfügung hat um die benötigten originalen Geräte zu kaufen, es zeigt sich aber auch, dass man keine überragenden Ergebnisse erwarten darf und einen Kompromiss eingehen muss. In diesem Fall bleibt aber die Frage ungeklärt wie die Beurteilung von einfacheren Sounds, beispielsweise einer verzerrten Gitarre ohne Effekte, ausfallen würde, denn die Ergebnisse zeigen, dass je spezifischer der Effekt ist, desto genauer muss er rekonstruiert werden und dass heutige Lösungen, digital oder analog, in gewissen Bereichen noch an ihre Grenzen stoßen.

Würde man jetzt nun alle Teilergebnisse heranziehen und das „perfekte“ Hendrix Setup aus allen Methoden zusammenstellen, so würde dies wie folgt aussehen:

Für den Leslie Effekt würde man GuitarRig verwenden, für die Verzerrung das DigiTech Pedal und als Verstärker Amplitube, das zwar nicht als klanglich bestes gewertet wurde, aber vom Grundklang am „analogsten“ klingt.

3. Digitale Signalprozessoren und deren Verwendung mit Faltungsalgorithmen für die Musikproduktion und speziell für Gitarristen

3.1 Eine kurze Geschichte der Signalprozessoren, und der Faltung

3.1.1 Geschichte der Prozessoren:

Digitale Signalprozessoren, kurz DSPs, finden sich seit ihrem Aufkommen in den 1960ern (S. W. Smith 1997, 1) in einem Großteil der Unterhaltungselektronik, die uns heute zur Verfügung steht. So beschreibt Steven Smith deren Entwicklung: *„Pioneering efforts were made in four key areas: radar & sonar, where national security was at risk; oil exploration, where large amounts of money could be made; space exploration, where the data are irreplaceable; and medical imaging, where lives could be saved. The personal computer revolution of the 1980s and 1990s caused DSPs to explode with new applications. Rather than being motivated by military and government needs, DSP was suddenly driven by the commercial marketplace.*

Anyone who thought they could make money in the rapidly expanding field was suddenly a DSP vender. DSP reached the public in such products as: mobile telephones, compact disc players, and electronic voice mail.”(S. W. Smith, 1997: 1-2).

Man sieht seit dem Entstehen der DSPs und der digitalen Signalverarbeitung, hat sich ihr Aufgabenfeld stark erweitert und seit dem Erscheinen des Buches von Smith 1997 ist dieses noch viel grösser geworden, da vor allem, begünstigt durch die immer stärkerer fallende Preise der Bauteile, Herstellungsverfahren und Rohstoffe, der Kostenfaktor stark reduziert werden konnte, und dadurch die Technik für den Endverbraucher billiger wurde.

Was macht ein DSP genau?

Ein DSP führt im allgemeinen Rechengänge basierend auf Algorithmen durch, diesen Vorgang nennt man digitale Signalverarbeitung, in den meisten Fällen handelt es sich dabei grundsätzlich um ein analoges Signal, im Fall dieser Arbeit, den Stromschwankungen die ein Tonabnehmer beim Schwingen einer Saite durch Induktion produziert, welches über einen Analog-Digital Wandler digitalisiert wurde, verarbeitet wird und wieder rückgewandelt (D/A) wird. Hauptmerkmale eines DSPs sind: Die Fähigkeit Operationen in **Echtzeit** zu erledigen, dies resultiert aus der Synchronisierung der Abtaten der Wandler mit der Geschwindigkeit der DSPs, MAC-Befehle (Schild, 2005:158-166)⁸⁸ für die gleichzeitige Multiplikation und Addition in einem Maschinenbefehl, der alleinigen Implementierung der Harvard Architektur⁸⁹ und Harvard Stapeln⁹⁰ und dem mehrmaligen Zugreifen auf den Speicher in einem Zyklus. Durch die fortschreitende Entwicklung der Mikrotechnologie und das Schrumpfen der Bauteile, werden Prozessoren immer schneller, kleiner und verbrauchen weniger Strom. Insbesondere in der Tontechnik und speziell in der Studioteknik haben diese Faktoren zu vielen technischen Neuerungen geführt und die analogen Recording-Systeme praktisch abgelöst. Mehr dazu im nächsten Kapitel.

Für diese Diplomarbeit werde ich mich auf die für die Faltung relevanten Arbeitsbereiche der DSPs und die verwendeten Algorithmen konzentrieren, wobei nur die für die Musik relevanten Algorithmen näher betrachtet werden, da sonst der Umfang dieser Arbeit deutlich überschritten wird. Der Grundsatzgedanke der Faltung für die Musik ist für mich deutlich in dem Patenttext⁹¹ des Production Modelling von DigiTech zu sehen.

3.1.2 Geschichte der Faltung:

Mathematisch gesehen beschreibt die Faltung einen Algorithmus der für zwei Funktionen in unserem Fall, Audiosignale, spezieller das Signal einer Gitarre, eine dritte Funktion liefert. Das bedeutet für diese Arbeit, dass die Faltung dazu dient ein Signal einer Gitarre mit dem Signal eines Effektes zu falten. Basis für diese

⁸⁸ Multiplier-Accumulator Operationsschritt: $A' = A + B \cdot C$

⁸⁹ Spezielle Architektur die eine physische Trennung von Datenspeicher und Befehlsspeicher vorschreibt, damit sie von verschiedenen Bussen („Datenleitungen“) angesteuert werden und so gleichzeitig Befehle und Daten geschrieben beziehungsweise geladen werden können.

⁹⁰ Arbeitet nach dem LIFO (Last-In-First-Out) Prinzip, wobei nur Daten oben auf den Stapel gelegt werden können und diese abgearbeitet werden. Hierbei stehen die Operationen POP (*holt und entfernt das oberste Objekt vom Stapel*) PUSH (*legt Objekt auf einen Stapel*) PEEK (*holt das erste Objekt vom Stapel ohne es zu löschen*), zur Verfügung (Schild 2005, 151)

⁹¹ Siehe Fussnote 72

Algorithmen waren die Überlegungen von *Jean Baptiste Joseph Fourier*⁹² die das Zerlegen eines beliebigen periodischen Signals in eine Summe von Sinus- und Kosinusfunktionen (Fourierreihen) beischreiben. Umgekehrt kann man aus den Reihen mittels Fouriersynthese (Micheal Drmota 2007, 367) wiederum Signale bilden. Der grundlegende Algorithmus lautet:

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cdot \cos(n\omega t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cdot \sin(n\omega t), \quad 93$$

Wobei sprachlich die Funktion bedeutet: Eine periodische (t) Funktion f setzt sich aus einer Summe von Kosinus und Sinus Funktionen zusammen, wobei a und b mit Index n als Fourier Koeffizient bezeichnet werden (Micheal Drmota, 2007: 351). Dieser Fourier Koeffizient definiert sich durch $a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega t) dt$, und

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega t) dt, \quad n \in \text{natürliche Zahlen.}$$

Das bedeutet dass die Koeffizienten, „die Halbe Periode“ ein Integral einer Sinus und die andere Hälfte eines Cosinus sind.

Für die Musik besonders interessant sind die Ableitungen von James Cooley und John W. Tukey (Tukey 1965) die die schnelle Fouriertransformation (FFT⁹⁴) 1965 entwickelten, wobei bereits 1805 eine ähnliche Form des Algorithmus von Carl Friedrich Gauß⁹⁵ vorgestellt wurde. (Micheal Drmota, 2007:365)

Für die FFT lautet die Formel:

$$\begin{aligned} f_m &= \sum_{k=0}^{n-1} x_{2k} e^{-\frac{2\pi i}{2n} m(2k)} + \sum_{k=0}^{n-1} x_{2k+1} e^{-\frac{2\pi i}{2n} m(2k+1)} \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} x'_k e^{-\frac{2\pi i}{n} mk} + e^{-\frac{\pi i}{n} m} \sum_{k=0}^{n-1} x''_k e^{-\frac{2\pi i}{n} mk} \\ &= \begin{cases} f'_m + e^{-\frac{\pi i}{n} m} f''_m & \text{falls } m < n \\ f'_{m-n} - e^{-\frac{\pi i}{n} (m-n)} f''_{m-n} & \text{falls } m \geq n \end{cases} \quad 96 \end{aligned}$$

Der FFT liegt die Formel der diskreten Fourier Transformation (DFT) zu Grunde:

⁹² * 21. März 1768 - 16. Mai 1830 französischer Mathematiker und Physiker

⁹³ Quelle: <http://upload.wikimedia.org/math/d/1/d/d1dafd2cfc22e1bcfa86a6976154cce3.png>

⁹⁴ Fast fourier transformation

⁹⁵ Deutscher Mathematiker (1777-1855)

⁹⁶ Quelle: <http://upload.wikimedia.org/math/7/3/c/73c50c1aeabd84df23e7a0a134c0459e.png>

$$f_m = \sum_{k=0}^{2n-1} x_k e^{-\frac{2\pi i}{2n}mk} \quad m = 0, \dots, 2n-1. \quad 97$$

Diese Formel beschreibt die Zerlegung eines zeitdiskreten periodischen Signals (Micheal Drmota, 2007:367) wobei der Funktion absolute Werte zugeordnet werden. Aus der DFT resultiert in weiterer Folge die oben stehende Ableitung zur FFT welche 1965 veröffentlicht wurde. Zusätzlich muss hier erwähnt werden dass $e^{-\frac{2\pi i}{2n}m(2k)}$ als Ergebnis komplexe Zahlen (wie oben stehend) von $m = 0, \dots, 2n-1$ $m \in \mathbb{C}^n$ zur Folge hat. Erst durch diese Feststellung wird auch eine Rücktransformation möglich, wenn man die Komplexen Zahlen als N -te Einheitswurzeln betrachtet und $e^{-\frac{2\pi i}{2n}m(2k)}$ die

Basis zum Skalarprodukt $\langle x, y \rangle = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_k \bar{y}_k$ ⁹⁸ liefert. Daher: Die DFT ordnet also einem Vektor x bis auf eine additive Konstante den Vektor $X = DFT(x)$ der Fourier-Koeffizienten zu.

Das schnelle an diesem Verfahren ist die „*divide and conquer*“⁹⁹ Philosophie, die beschreibt, dass wenn man ein Problem in ein mehrere kleine Probleme zerlegt, dann hat man zwar mehr Probleme zu lösen, aber das Teilproblem ist einfacher zu lösen und die gewonnen Informationen werden verwendet um die restlichen Probleme zu bewältigen. Die weitere Gedankenfolge ist nun ob man die Teilprobleme, gleichzeitig, oder nacheinander löst, letzteres ist zumeist der Fall. Dabei stellt sich die letzte Teillösung als Gesamtlösung des Problems dar, wobei im Zuge des Vorgangs ein Restfehler entsteht, der aber vernachlässigt wird.

Eine andere Möglichkeit wäre, den Restfehler auf eine gewisse Größe zu reduzieren, das würde den Vorgang weiter beschleunigen, führt aber zu größerer Ungenauigkeit. Die FFT spart zudem einige Rechenoperationen ein, indem sie zuvor berechnete Zwischenergebnisse wiederverwendet.

3.1.3 Impulse und ihre Antworten:

Um nun die Furier Transformation effektiv nutzen zu können, müssen wir eine Funktion betrachten, welche in Echtzeit an den DSP weitergegeben und dann über eine

⁹⁷ Quelle: <http://upload.wikimedia.org/math/6/c/9/6c9c0a8406c66a3f216118c98a41fee9.png>

⁹⁸ http://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete_Fourier-Transformation

⁹⁹ Fachausdruck in der Informatik für ein Problemlösungsverfahren

andere Funktion gefaltet wird. Diese andere Funktion möchten wir nun näher betrachten:

Die Funktion über welche gefaltet wird, wird in der Musik als eine Antwort bezeichnet, eine Antwort auf einen Impuls. Diese Antwort kann man praktisch von einem beliebigen System gewinnen, sei es ein Verstärker, oder ein Effektpedal, Raum, Lautsprecher, Gitarre, oder anderes. Die Grundidee Impulsantworten¹⁰⁰ in der Musik zu nutzen, war in den 1980ern einen Raum nachzubilden und so digital, über die Antwort den Raum zu simulieren. Markführend waren zu dieser Zeit Firmen wie EMT mit dem EMT 250 dem ersten volldigitalen DSP Faltungshall, welcher heute noch als einer der bestklingenden Hallgeräte aller Zeiten gilt und Lexicon mit dem 480 und 960 mit LARC¹⁰¹, die als die ultimativen Hallgeräte der Studiotechnik angesehen sind. Diese Prozessoren sind und waren unvorstellbar teuer, die heutige Generation des 960L kostet ca. 15000 €, aber schon damals lieferten die Geräte eine für die Zeit unerreichte Qualität und waren zudem surround fähig und wenn man heutige Studios auf Fotos betrachtet, sieht man noch oft die kleine weiße Steuereinheit des Halls mit integriertem LCD Display, wofür Lexicon berühmt wurde.

Um eine Impulsantwort aus einem Gerät, oder Raum zu Gewinnen steht zu anfang immer ein Impuls. Dieser kann als Sweep, oder Spike, oder eine Kombination aus beidem erfolgen. Ein Sweep ist ein im Frequenzband schnell aufsteigender Ton, der von Infra- bis Überschall reicht. Ein Spike hingegen ist ein kurzer Ton der einem Knall gleicht. Zur Herstellung eines Sweeps werden daher, ein Signalgenerator und ein Lautsprecher benötigt um den Ton wiederzugeben und zu erzeugen. Ein Spike kann aber auf viele verschiedene Weisen generiert werden, beispielsweise indem man in die Hände klatscht, oder durch das Zerplatzen eines Luftballons. In den meisten Fällen wird aber eine Kombination aus beidem genutzt, wobei zu Anfang ein Spike gespielt wird, dann ein Sweep folgt und zuletzt wieder Spike generiert wird. Der Vorteil liegt darin, dass durch den Spike die Reflexionen besser registriert werden können, und durch den Sweep die Details des Raumes herausgearbeitet werden. Da verschiedene Frequenzen unterschiedliche Wellenlängen haben und daher zeitlich anders reflektiert werden, kann so auch eine Aussage über das akustische Verhalten des Raumes getroffen werden, und nicht nur über das bauliche, wie mit dem Spike.

¹⁰⁰ IRs = impulse responses

¹⁰¹ Lexicon Alphanumeric Remote Control

Solche Programme die automatisch Impulse generieren und diese verarbeiten sind in vielen Programmen wie Logic 8 beziehungsweise 9, oder Altiverb enthalten und es existieren Internetseiten, über die der Austausch der IRs ermöglicht wird. Wichtige Hilfsmittel die zur Antwortgewinnung nötig sind, sind der Lautsprecher, über den die Signale wiedergegeben werden und das Mikrofon, das die Antwort aufzeichnet. Dabei ist zu unterscheiden, ob eine mono oder Stereoantwort generiert werden soll, da für Stereoaufnahmen zwei Mikrofone oder ein Stereomikrofon benötigt wird. Diese beiden Geräte sind ausschlaggebend für die Qualität der Antwort, da der Frequenzgang des Lautsprechers und des Mikrofons möglichst Linear sein sollte um das Signal nicht zu verfälschen. Zusätzlich ist es wichtig auf die Mikrofon-Charakteristik zu achten, da das Signal von allen Seiten aufgezeichnet werden soll, werden daher, Mikrofone mit Kugel-Charakteristik benötigt, des weitern gibt es auch Messmikrofone, die diese Vorgaben erfüllen und speziell dafür entwickelt wurden.

Mit Hilfe solcher Programme ist es relativ simpel Antworten von Räumen zu gewinnen, da der Vorgang automatisch statt findet, wesentlich schwieriger ist es von analogen Geräten eine IR zu erstellen. Momentane IR – Programme die für den Endverbraucher zugänglich sind, sind noch nicht in der Lage dynamische Antworten zu erhalten, das bedeutet, dass es zurzeit unmöglich ist, frequenzdynamische Systeme wie Röhrenverstärker oder Chorus-und Flanger- Effekte, zuhause über selbst erstellte IRs zu simulieren. Das liegt daran, dass die vorhergenannten Methoden zur Impulsgenerierung nicht ausreichend sind, da für jede Veränderung in Lautstärke, oder anderen Parametern das zu betrachtende System eine neue, andere Antwort generieren würde, daher müsste man jede einzelne Einstellung bei verschiedenen Lautstärken (vor allem bei Geräten die mit Röhren arbeiten, da hier die Lautstärke Einfluss auf die Verzerrung nimmt) und Frequenzen einzeln gewinnen. Weiteres Problem ist, dass die Programme, die nachdem die Antwort gewonnen wurde, die Faltung durchführen, im Moment nur darauf ausgelegt sind, eine einzelne Antwort, wie einen Hall zu verarbeiten, da ja die einzelnen Parameter zur Klanggestaltung auf jedem Gerät anders sind, ist es schwierig sie dynamisch in einem Programm zu verknüpfen, denn wenn man eine IR in einem Hallprogramm verwendet, wird diese geladen, hingegen bei DSP Farmen (Kapitel 3.1.1), wie dem Focusrite Liquidmix, stehen alle Parameter in Echtzeit¹⁰² zur Verfügung und reagieren dynamisch aufeinander ohne Laden. Aufgrund der aufgezeigten

¹⁰² Echtzeit ist hier so zu betrachten, dass zwar eine Latenz bei der Verarbeitung entsteht, aber trotzdem die Parameter jederzeit verändert werden könne.

Komplexität solcher Systeme, ist es daher auch schwierig, ein Programm zu entwickeln das für den Nutzer, ohne fachliche Kenntnis, leicht zu verstehen und bedienen ist, da sowohl die Impulsgenerierung als auch die Verarbeitung dieser, ein Vielfaches an Datenvolumen und Informationen benötigt. Zusätzlich sind, so die Meinungen der Hersteller von digitalen Gräte-Simulationen im Studiobereich, die heutigen Computer aufgrund mangelnder Rechenleistung, nicht in der Lage diese Effekte ohne Hilfe (digitale Signalprozessoren) zu berechnen. So schreibt Harald Wittig über den Liquidmix von Focusrite: „...Für die Emulation vertrauten die Entwickler einmal mehr auf die patentierte Dynamic Convolution oder Dynamische Faltung, ... Die mathematische Faltung wird vor allem bei Hall-Plug-ins verwendet, um über Impulsantworten den Klang realer Räume nachzubilden... Auch der spezifische Klang von Effektgeräten, wie zum Beispiel eines Kompressors, lässt sich auf diese Weise nachbilden. Nur: Für einen virtuellen Kompressor -Nachbau muss auch sein Regelverhalten abgebildet werden. Dies ist mit der dynamischen Faltung möglich, indem für jede Dynamikstufe eine eigene Impulsantwort generiert wird... Allerdings ist es fast unmöglich, so viele Impulsantworten zu sampeln – außerdem reicht die Rechenleistung heutiger DSPs nicht aus, um die Faltung exakt durchzuführen. Deswegen kann die dynamische Faltung letztlich nur eine Annäherung bleiben... Seine Leistung reicht aus, um bei einer Samplingrate von 44,1 Kilohertz wahlweise 32 Mono oder 16 Stereo-Instanzen zu berechnen. Damit wäre auch die leistungsfähigste Computer-CPU hoffnungslos überlastet.“(Wittig, 2006:85)

Ähnliche Meinungen wie diese sind auch über andere Geräte zu finden, jedoch ist dies meiner Meinung nach nur schwer nachzuprüfen, da man keinen direkten Zugriff auf die Plugins hat und diese nicht ohne die jeweilige DSP Karte verwendet werden können, dennoch ist nachzuvollziehen, dass die Plattformen momentan je nach Preisklasse mit bis zu vier 400 Mhz¹⁰³. schnellen DSPs arbeiten und damit bis zu 32 Mono Kanäle mit Plugins belegt werden können. Wie bereits besprochen, sind aber die DSPs in diesem Bereich leistungsstärker als CPUs eines Computers und daher ist die Vermutung naheliegend, dass ein Computer mit der zusätzlichen Berechnung der Plugins überfordert wäre, oder nur wenige Kanäle berechnet werden könnten.

3.1.4 Die Faltung für Gitarre:

¹⁰³ Megahertz

DigiTech beschreibt den Grundgedanken wie folgt: *“An electric guitar is typically coupled to an amplifier and one or more loudspeakers. The amplifier and the loudspeakers may be either separate devices or combined in a single unit. The amplifier may be a tube amplifier that uses traditional vacuum tubes to process audio signals in the analog domain. These tube amplifiers are still widely used because many musicians are of the opinion that a tube amplifier provides a musically superior, “warm” sound. Despite having desirable sound qualities, the tube amplifier has disadvantages and limitations that result from operation in the analog domain. To overcome these limitations, digital signal processing techniques have been used to simulate a tube amplifier.”*¹⁰⁴

Der Klang einer verzerrten Gitarre stellt eine Herausforderung für die Faltung dar, denn das Signal ist anders wie bei Impulsantworten von Räumen nicht diskret und kann daher nicht so einfach zerlegt werden. Besonders problematisch ist die Tatsache, dass die Verzerrung je nach Eingangslautstärke schwankt, das bedeutet, dass das Signal stärker verzerrt, wenn die Saite lauter angeschlagen wird. Genau das können die heutigen Pedale noch nicht umsetzen. So schreibt Ebo Wagner über die DigiTech Pedale: *„...Allerdings darf man sich auch nicht zu viel erwarten. Es ist notwendig fast schon überakzentuiert zu spielen, damit es klingt wie es soll. Außerdem fehlt es den Sounds ein wenig an Durchsetzungskraft-ein typisches Modeling-Manko...“* (Wagner, 2005:110) oder Michael Dommers über ein anderes Pedal der DigiTech Serie: *„...Während das Pedal beim Üben zu Hause riesigen Spaß bereitet, und vor allem die singenden sustainreichen Sounds beim Solieren regelrecht beflügeln, fehlt es im Band-Kontext ein wenig an Transparenz und Durchsetzungsvermögen - ein generelles Manko der Modeling-Technologie...“* (Dommer, 2006:195). Diese und ähnliche Meinungen der Fachpresse findet man immer wieder und auch in meinem Experiment zeigt sich das Problem in Kombination mit anderen Instrumenten. Natürlich existiert dieses Problem auch bei den vorgestellten Programmen und kann als allgemeines Problem gesehen werden.

Dennoch sind die Anreize, die diese Technologie bietet, sehr groß, einerseits aus der Sicht der Kosten, denn die analogen Geräte würden das Zehnfache kosten, und andererseits auf Grund der Möglichkeiten die solche Geräte oder Programme bieten.

¹⁰⁴ Siehe Fußnote 72

Es ist unklar ob die Zukunft der E-Gitarren durch die Faltung, beziehungsweise durch die Reproduktion von analogen Geräten, geprägt werden wird, jedenfalls ist seit einiger Zeit zu beobachten, dass die Zahl der DSP Pedale jährlich ansteigt.

3.2 Ein Überblick über die momentanen Möglichkeiten für Musiker und der Versuch einer Bestandsaufnahme

3.1.1 im Studio:

DSP Plattformen und Faltung haben im Studio mittlerweile einen festen Platz. Gerade in diesem Bereich zeigt sich das größte Potential, und Nutzen. Wenn man von Professionellen Studiogeräten spricht, fallen oft die Namen der „großen“ Firmen wie Universal Audio, Focusrite, Solid State Logic (kurz SSL) und NEVE. Diese Firmen stellen Geräte für den professionellen Studiobetrieb in höchster Qualität her. Leider sind Mischpulte, oder Effektgeräte, wie Kompressoren, Equalizer, Limiter, für die meisten Benutzer unbezahlbar, denn die Preise dieser Geräte können, bis zu 4000 € betragen. Daher haben alle der oben genannten Firmen ihre Geräte digital aufwendig, nachmodelliert und bieten dazu DSP Farmen zur Berechnung der Plugins an. Dazu gilt zu sagen, dass es zum heutigen Zeitpunkt noch keine „offene“ DSP Plattform gibt, denn das wäre der nächste logische Schritt, dass Faltungsalgorithmen auf einem Standard basieren und ähnlich dem VST Standard eine DSP Farm im Computer oder extern vorhanden ist dir nur die Berechnung der aufwendigen Faltungen durchführt. Einzige „offene“¹⁰⁵ Plattform ist Pro Tools und deren HD System, bei dem bis zu 4 DSP Karten im Computer verbaut werden und über einen Datenstrom¹⁰⁶ die Effekte auf den DSP-Karten berechnen (Kashiwa, 2001). Diese DSP Lösung ist aber nicht für den Heimstudiogebrauch gedacht, sondern für professionelle Studios, da sie auch mit einem Preis von 5799 €¹⁰⁷ für die Basisversion (1Karte) ohne Interface¹⁰⁸, meist zu teuer für den durchschnittlichen Verbraucher ist.

Die Momentanen Systeme beruhen, wie bereits in Kapitel 1.2 erwähnt, zumeist auf externen Lösungen mit USB oder FIREWIRE Schnittstelle. Dazu zählen Focusrite mit dem Liquidmix, welcher Equalizer und Kompressoren verschiedener Bauweise simuliert, wobei bis auf die Geräte welche die Firma selbst herstellt, Focusrite für die

¹⁰⁵ Diese Plugins bzw. der Sequenzer arbeitet mit dem TDM (Time Devision Multiplex) Standard

¹⁰⁶ TDM-Datenbus

¹⁰⁷ www.thomann.de (31.10.2009)

¹⁰⁸ Das bedeutet ohne Wandler oder Vorverstärker

anderen Geräte keine Lizenzen besitzt, und sie daher anders nennen muss. Dieses Gerät kann bis zu 64 Instanzen (mono Signal mit Equalizer und Kompressor) gleichzeitig bearbeiten. Ähnliches ist bei SSL mit dem Duende Interface zu sehen, wobei sich dieses externe Gerät dadurch unterscheidet, dass zusätzlich zu den bereits vorhandenen Plugins der Firma weitere im Internet gekauft und damit auf dem Gerät freigeschaltet werden können.

Den größten Marktanteil an Studio Emulationen hat derzeit Universal Audio mit der UAD-2. Diese Plattform ist sowohl extern, als auch intern, mit einem bis zu vier DSPs verfügbar. Das besondere daran ist, dass UAD die umfangreichste Kollektion an Emulationen anbietet. Universal Audio arbeitet mit Firmen, wie NEVE, Pultec, SSL, EMT, und anderen, zusammen und bieten diese Plugins zum Download an. Daher sind viele verschiedene Produktpakete vorhanden, die sich einerseits durch die Zahl der DSPs und andererseits durch die Zahl der freigeschalteten Plugins unterscheiden. Dabei verhält sich diese Karte ähnlich wie das Duende System, denn es sind bereits alle Plugins auf der Karte, beziehungsweise auf dem Computer vorinstalliert und es wird lediglich der Lizenzcode erworben mit dem man dann, das Plugin frei schaltet.

Einen Nachteil bietet das System jedoch, denn durch die aufwendigere Simulation, kann diese Karte bei neueren Plugins weniger Instanzen ausführen.

Ein anderes mittlerweile weit verbreitetes Anwendungsgebiet des DSPs im Studio, sind die Soundkarten beziehungsweise das Monitoring¹⁰⁹ der Signale. Dabei gilt zu beachten, dass anders als bei analogen Signalen, bei der digitalen Aufzeichnung von Musik, die Signale mittels A/D Konverter gewandelt werden müssen, gleichzeitig muss aber auch Musik wiedergegeben werden, damit der Musik dazu spielen kann. Für das direkte Durchschleifen von Eingangssignalen ist ein Computer wegen seiner MME¹¹⁰ Treiber Architektur standardmäßig nicht ausgelegt.

Aus diesem Engpass entstand *Zero Latency Monitoring*¹¹¹: „Der Begriff 'Zero Latency Monitoring' wurde 1998 von RME mit der DIGI96 Serie eingeführt und beschreibt obige Möglichkeit (das Eingangssignal des Rechners an der Schnittstellenkarte unverzögert direkt zum Ausgang durchzuschleifen). Seitdem ist die dahinter stehende Idee zu einem der wichtigsten Merkmale modernen Harddisk Recordings geworden.“¹¹²

Für diese Technik fungiert der DSP als interner Mixer der es möglich macht die Signale

¹⁰⁹ Als Monitoring bezeichnet man in der Fachsprache das Abhören der Signale

¹¹⁰ Multi Media Extension

¹¹¹ Kurz ZLM

¹¹² http://www.rme-audio.de/techinfo/lola_lomo.htm

zu routen¹¹³. Seit dem Entstehen des ZLM ist die Technologie immer weiterentwickelt worden, denn zu Anfang war es noch notwendig, dass das abzuspielende Signal die selbe Samplingrate¹¹⁴ hatte wie das aufzunehmende, dieses Problem wurde aber durch Upsampling gelöst.

Ein wichtiger Punkt ist dass viele Hersteller mittlerweile die Bedeutung und die Möglichkeiten der Faltung erkannt haben und daher existieren bereits einige Programme die es dem Nutzer möglich machen auf einfache Weise, selbst Impulsantworten aufzunehmen und zu verarbeiten. So ist in dem Sequenzer von Emagic *Logic 8 und 9* ein Programm mit dem Namen *Impulse Response Utility* integriert, dass nur ein Mikrofon, oder Eingang und einen Ausgang benötigt um eine Impulsantwort zu generieren. Die aus einem System oder Raum gewonnene Antwort wird dann, in einem in *Logic* vorhanden Programm geladen und ein weiteres Signal wird mit dem Programm über die IR¹¹⁵ gefaltet. Natürlich existieren auch andere Programme die einerseits Antworten verarbeiten, wie Altiverb, oder Antworten herstellen, wie das Advanced Room Correction System¹¹⁶.

Dieses Programm soll nun kurz näher betrachtet werden. Das ARC wird von der Firma IK Multimedia (siehe Amplitube) in Zusammenarbeit mit Audyssey, hergestellt. Das besondere an diesem Programm ist, dass nicht nur Impulsantworten eingelesen werden können, sondern gleichzeitig über Faltung, eine Raum- Korrektur vorgenommen wird. Das bedeutet das Programm schafft virtuell einen perfekten Abhörraum: *„...Das von Audyssey entwickelte MultEQ-Verfahren, das an dieser Stelle nur grob umrissen werden kann, besteht aus einer Reihe äußerst komplexer Berechnungen. Beim Vermessen der Raumakustik mittels Messmikrofon an unterschiedlichen Stellen im Raum werden zunächst mehrere Messkurven erstellt, die Analysen sowohl im Zeit- wie auch im Frequenzbereich (Amplituden-Korrektur) beinhalten. Auf Basis von Algorithmen zur Mustererkennung, die auch von der sogenannten Fuzzy Logik Gebrauch macht, werden danach Messkurven mit ähnlichem Verlauf zu kleinen Gruppen zusammengefasst... Anschliessend errechnet die MultEQ-Technik anhand der Messpunkte einen genau spiegelbildlichen Verlauf der zuvor erfassten Kurve, so dass sich Wellenhügel und -täler am Ende gegenseitig auslöschen und zu einem idealen linearen Frequenzgang führen sollen – also theoretisch zu einem geraden Strich. Das*

¹¹³ Routen bedeutet das Signal zu leiten

¹¹⁴ Qualität mit der das Signal gewandelt wird, zum Beispiel 44,1 Khz

¹¹⁵ Impulse Response = Impulsantwort

¹¹⁶ Kurz ARC

errechnete inverse Ergebnis dient schliesslich als Basis zur Einstellung der Filter, was am Ende zu einer Amplitudenkorrektur der Tonhöhen führt...“ (Berger, 2008:84)

Das Beispiel am Programm ARC soll dazu dienen, die Möglichkeiten von Faltung für den Alltagsgebrauch zu zeigen, denn solche Programme beziehungsweise die daraus errechneten Veränderungen, verbessern in diesem Fall permanent die Klangeigenschaften des Raumes und schaffen so virtuell ein neues Klangerlebnis. Solche Ansätze liefern auch Möglichkeiten für die Zukunft um beispielsweise neue Dolby Surround räume virtuell zu erschaffen, denn es finden sich auch heute schon Ansätze dazu, beispielsweise im Dolby Virtual Speaker, einer Technologie die Surround Klang mit nur 2 Lautsprechern oder einem Kopfhörer simuliert.

3.2.2 Live:

Im Livebetrieb finden sich heute viele Anwendungsgebiete für DSPs, für den Musiker, in den verschiedensten Pedalen, für DJs und auch für Tontechniker. Auf den Fall des Gitarristen/Bassisten werde ich im nächsten Kapitel näher eingehen. Einen großen Nutzen haben Disc Jockeys in den letzten Jahren aus den DSPs gezogen, denn die meisten DJs verwenden heute kaum noch platten, sondern CDs, oder Musik im MP3 Format. So findet man DSPs in DJ CD-Playern die ermöglichen CDs zu „scratchen“¹¹⁷ oder in digitalen Mixern für DJs die mit MP3s arbeiten.

Eine wichtige Funktion ist die Integrierung von DSPs in Live-Elektronik, in Kombination mit Computerprogrammen. Ein Beispiel hierfür wäre das Programm Ableton Live, diese Software ist einerseits ein Sequenzer, der ermöglicht Musik und Midi aufzuzeichnen, andererseits zielt das Programm darauf ab, Live genutzt zu werden. Das bedeutet, man kann im Vorhinein mit Hilfe eines Blockschemas ein Lied zusammensetzen, hat aber die Möglichkeit auf der Bühne die Parameter oder die gesamte Struktur zu verändern und Live dazu zuzuspielen. Dazu bieten zahlreiche Hersteller DSP Controller an, die einerseits als Instrument mit Tasten, oder Köpfen, und andererseits, als Mischpult fungieren (siehe als Beispiel Akai MPD32 im Anhang). Ein anderer Verwendungszweck von DSPs auf der Bühne ist die gesamte Tontechnik. Man findet in fast allen Geräten der Tontechnik mittlerweile DSPs, beispielsweise in

¹¹⁷ Scratchen bedeutet ähnlich wie früher mit Platten üblich, die Platte beziehungsweise die CD, vor und zurück zu drehen, und einen kratzenden Klang zu erzeugen.

Frequenzweichen¹¹⁸ von Aktivlautsprechern, PA-Management Geräten¹¹⁹, Digitalen Effekten, Mischpulten und vielen anderen. Natürlich findet man auch Hallgeräte für den Bühnengebrauch die mit Faltung arbeiten.

3.2.3 Gitarre:

DSPs in Kombination mit Faltungsalgorithmen für Gitarreneffekte zu verwenden, ist noch eine ziemlich neue Idee wie bereits in Kapitel 2.4 erwähnt, hingegen DSPs werden schon seit 1987 (Einführung des DigiTech DSP128) verbaut und sind heute durchwegs in allem Multieffektpedalen zu finden. Grund dafür, dass noch nicht viele Pedale die mit Faltung arbeiten, existieren, könnte die Problematik der Wandlung sein, denn es gibt im Vergleich zu analogen Pedalen nur eine Hand voll Hersteller die sich mit dieser Technik beschäftigen und an der Lösung vorhandener Probleme arbeiten. Gewisse Schwierigkeiten die bisher schon ausreichend behandelt wurden, werden sicherlich in Zukunft gelöst werden können, andere Tatsachen wie zum Beispiel, dass solche Pedale immer das Signal wandeln müssen, werden auch weiterhin einen Minuspunkt für Gitarristen darstellen. Die von der Fachpresse bislang bemängelte Soundqualität solcher Pedale, ist sicherlich, so zeigt die Studioteknik, nur eine Frage der Zeit und der Kosten. Auf der anderen Seite gibt es bis jetzt noch keine Lösungen für Gitarristen im Studio DSP Farmen, ähnlich den oben genannten Möglichkeiten, zu nutzen, wiederum beruhen jegliche Programme zur Simulation von Gitarrenverstärkern und Effekten, auf Faltungsalgorithmen. Eine Erklärung warum DSP Farmen nicht für Gitarristen/innen entwickelt werden, könnte lauten, dass die Simulationen so einfach sind, dass die CPU diese Berechnung ohne Hilfe durchführen kann.

Ein wichtiger Punkt ist in diesem Fall auch immer wieder das optische Bild eines Gitarristen, denn wenn man Fotos oder Musikvideos betrachtet, bekommt man den Eindruck vermittelt, dass ein Gitarristen, vor einer Wand von Verstärkern, umkreist von Effektpedalen, spielen muss, um gut zu klingen, und es gibt wenige Musiker die öffentlich zugeben, im Studio nicht über einen Verstärker, sondern über ein Computerprogramm aufgenommen haben, ganz zu schweigen von dem Bild das entstehen würde, wenn man auf der Bühne mit einem Laptop und einer Gitarre steht.

¹¹⁸ Eine Frequenzweiche in Lautsprechern dient dazu die Frequenzen aufzuteilen, und die hohen Frequenzen an die Hochtöner und die tiefen an die Tieftöner zu leiten.

¹¹⁹ Solche Geräte dienen dazu mehrere Lautsprecher zu Kontrollieren und mit einem Signal zu versorgen.

Diese gesellschaftlichen Werte spielen eine große Rolle, die zurzeit, die Entwicklung dieser Technologien noch ein wenig ausbremsen.

4. Zukunftsperspektiven der Elektronischen Gitarre

4.1 Die derzeitige Situation

In diesem Kapitel möchte ich nun näher auf die momentanen Möglichkeiten der DSP gestützten Faltung für Gitarren eingehen, denn auch in diesem Gebiet finden sich interessante Entwicklungen die auf ähnlichen Methoden beruhen, die bereits in den vorherigen Kapiteln eingegangen wurde.

Die Suche nach neuen Klängen von Gitarren begann 1966 Vox mit der *Orgel Gitarre* (Lemme, 2006:215). Bei dieser Gitarre wurde die durchgehenden Bundstäbe in sechs einzelne Segmente unterteilt, welche beim Herunterdrücken einer Saite, einen Kontakt schließt und einen Ton erzeugt. Die Orgelgitarre hatte sechs Tongeneratoren, für jede Saite einen. Die Frequenz wurde, durch Ketten aus Widerständen welche im Hals zwischen den einzelnen Bündeln verbaut waren und die Stäbe miteinander verband, geregelt. Daher konnte die Absolute Tonhöhe verändert werden, die Tonstufen waren aber, durch die vom Hals gegebene Mensur starr.

Der wirkliche Durchbruch der Synthesizergitarren gelang *Roland* 1977 (Lemme, 2006:219) mit der *GS-500* und dem dazugehörigen Synthesizer *GR-500*. Die *GS-500* bestand aus einem hexaphonischen Tonabnehmer am Steg der mit dem *GR-500* kommunizierte, einem normalen Humbucker in der Mitte, und einem starken Magneten am Hals, um die Saiten auf elektronischem Weg, durch Wechselstrom in Schwingung zu versetzen. Durch diesen Magneten erreichte man, dass die Saiten theoretisch unendlich lange schwingen konnten. Die Gitarre wurde mit einem 24 adrigen Kabel mit der Elektronik verbunden, und der *GR-500* ein mehrstimmiger analoger Synthesizer verarbeitete jedes Signal separat, daher waren maximal 6 Töne gleichzeitig erzeugbar. Besonders dabei war, dass das synthetisierte Signal anschlagdynamisch reagierte. Zusätzlich war es möglich den Sustain¹²⁰ zu steuern, dies war über den zuvor erwähnten Magneten möglich. Der Synthesizer selbst, hatte monophone Sägezahn- und Rechteck-

¹²⁰ Tonlänge

Generatoren und zur Modulation war ein LFO¹²¹ verfügbar. Man sieht für das erste Modell, bot dieser Gitarrensynthesizer schon erstaunliche Möglichkeiten zur Klanggestaltung. Die Entwicklung an der Technik ging natürlich weiter und Roland veröffentlichte 1980 eine Weiterentwicklung, eine neue Gitarre die *G-808* und den *GR-300*, welcher im Gegensatz zum Vorgänger voll polyphon war.

Der nächste Durchbruch gelang Roland mit dem ersten digitalen Gitarrensynthesizer, dem *GR-700* 1984. Dieses Gerät arbeitet mit zwei DCOs¹²² welche sechsstimmig waren und Sägezahn und diverse Rechteckkurven erzeugen konnten. Das Signal wurde hier mit Hilfe eines DSPs in digitale Steuerdaten umgewandelt. Auch dieses Gerät wurde im Laufe der Jahre weiterentwickelt und Roland produziert heute den *GR-33*, der bereits mehrere hundert Presets beinhaltet.

Die neueste Entwicklung der Gitarrensynthese stellt Line 6 mit der Variax¹²³ Serie (Bilder siehe Anhang) dar (Lemme, 2006:226-228). Diese Gitarre ist, in zwei verschiedenen Versionen als E-Gitarre, als E-Bass, Akustikgitarre und Westerngitarre erhältlich. Ähnlich wie bei den bereits vorgestellten Simulationen von Verstärkern und Effekten, arbeitet die E-Gitarre mit einem direkt im Korpus eingebauten DSP und emuliert über Faltung bekannte Gitarrentypen, wie Stratocaster, oder Les Paul. Dabei wurde bei der Konstruktion auf herkömmliche magnetische Tonabnehmer verzichtet, da die Saiten einzeln über sechs Piezo-Tonabnehmer (Lemme, 2006:226) abgenommen werden. Die Impulsantworten der simulierten Gitarren werden aber anders als bei dem Jimi Hendrix Pedal von DigiTech, nicht auf einem ROM Speicher gelagert, sondern auf einem widerbeschreibbaren Speicherbaustein, denn da liegt die Besonderheit, beziehungsweise die Möglichkeiten, die das Gerät bietet: Über einen zusätzlichen Drehregler (Bilder siehe Anhang) wählt man ein bestimmtes Modell, beispielsweise Stratocaster an und kann dann, über einen Kippschalter, gespeicherte Einstellungen, wie Saitenstimmung, Baujahr der Gitarre¹²⁴, Tonabnehmerkonfiguration abrufen. Da die Saiten auf der Gitarre im Normalfall, mit einem A mit 440Hz gestimmt sind, ist es auch möglich, per FFT die Tonhöhe zu ändern und da des weiteren, jede Saite einzeln

¹²¹ Low Frequency Oscillator

¹²² Digital controlled Oscillators – digital gesteuerte Oszillatoren

¹²³ Diese Tonabnehmer arbeiten nicht mit Magnetismus, sondern mit piezoelektrischer Keramik, das bedeutet das mechanischer Druck elektrische Spannung entsteht.

¹²⁴ Damit ist gemeint, dass bauliche Eigenschaften der Gitarre, wie Tonabnehmer, die mit dem Baujahr variieren, verändert werden können.

abgenommen wird, kann jede Saite verändert werden und das lässt per Knopfdruck, Open Tunings¹²⁵ zu.

Um wirklich vollen Zugriff auf das Potential dieser Gitarre zu haben bietet Line 6 das sogenannte Workbench¹²⁶ Tool an, dabei handelt es sich um ein Computerprogramm, welches ermöglicht die Gitarre mit dem Computer zu verbinden, und in weiterer Folge, die einzelnen Parameter der simulierten Gitarren zu verändern, oder auch eine komplett neue Gitarre zu entwerfen. Dabei können Dinge, die Einfluss auf den Klang nehmen wie, Korpusform und Holz, Griffbrett, Tonabnehmer und deren Position, und wie bereits erwähnt, die Stimmung der einzelnen Saiten, verändert werden. Das erstellte Preset wird dann, auf die Gitarre geladen und ist sofort verfügbar. Ähnlich wie bei dem vorgestellten Hendrix Pedal, muss die Gitarre auch mit Strom versorgt werden, damit sie arbeitet. Dies geschieht, entweder mit 7 Batterien, oder über ein zusätzliches Pedal, welches an einer Steckdose steckt. Da Line 6 nicht nur Gitarrensimulation betreibt, sondern auch Verstärker und Lautsprecher simuliert, hat diese Firma auch Verstärker im Sortiment, die über ein spezielles Kabel mit der Variax Gitarre verbunden werden und die Presets können über den Verstärker angewählt werden, wobei zusätzlich Informationen, beispielsweise, Stimmung, oder Modell der gewünschten Gitarre auf dem Verstärker gespeichert werden können, wird nun das Preset geändert, stellt die Gitarre automatisch auf das gewünschte Modell um.

Durch die digitale Rekonstruktion der Klangeigenschaften der Instrumente hat Line 6 auch einige akustische Instrumente simuliert, so finden sich auch Modelle von sechs- und zwölfsaitigen Akustikgitarren, Banjo, Sitar, oder Resonator-Gitarren, als Presets auf der Gitarre.

4.2 Eine mögliche Zukunft

Die Zukunft der Gitarre ist schwer vorzusehen, seit ihrem aufkommen in den 1930er Jahren (Lemme, 1995:14) hat sich viel verändert. Aus konstruktionstechnischer Sicht, können sich natürlich Korpusformen und ähnliches immer wieder verändern, aber momentan werden bereits viele verschiedene Holzarten und andere Materialien zum Gitarrenbau verwendet. Die verwendete Elektronik, also Tonabnehmer, wurde über die Jahre, vor allem durch computergestützte Berechnung und verbesserte

¹²⁵ Als Open Tuning bezeichnet man Stimmung auf der Gitarre bei welchen, wenn die Saiten offen, also ohne eine Saite zu drücken, ein Akkord erklingt.

¹²⁶ Werkbank

Herstellungsverfahren zum Wickeln der Spulen, so weit präzisiert, dass es für jeden Musikstil, Spielweise und jede Position (Hals oder Steg) spezielle Abnehmer gibt. Auch die Klangeigenschaften alter Tonabnehmer wurden nachgebaut aber, gleichzeitig verbessert, so sind heutige Pickups wesentlich rauschärmer als ihre Vorgänger. Zusätzlich werden auch spezielle aktiv Tonabnehmer produziert, welche mit einer Batterie betrieben werden und möglichst klangneutral, bei einer erhöhten Ausgangsleistung, sein sollen.

Neueste Entwicklungen wie die Variax Gitarre oder Synthesizer Gitarren von Roland, Godin oder Fender, zeigen was möglich ist, wenn man das Gitarrensinal digitalisiert. Ähnlich der existierenden Studioteknik, kann über Faltung bereits fast alles Simuliert werden. Die Qualität der Simulationen ist jedoch immer abhängig von dem Arbeitsaufwand der einzelnen Firmen und den verbauten DSPs. In Zukunft wird die Geschwindigkeit der DSPs sicherlich ansteigen und die Kosten werden weiter sinken, dies wird, so meine ich, großen Einfluss auf die Möglichkeiten der Simulationen haben und detailreichere Modelle werden entstehen. Die Frage ob eines Tages Akustikinstrumente wirklich so weit emuliert werden können, dass eine E-Gitarre beispielsweise nach einer Akustikgitarre klingt, was sicherlich eine der schwersten Aufgaben ist, ist zu diesem Zeitpunkt nicht zu beantworten. Eine Problematik ist, dass ähnlich wie bei den DSP Farmen die in Kapitel 3.2 beschrieben wurden, noch kein wirklicher Standard existiert. So lizenziert Roland einen Midi Tonabnehmer, der nachträglich in Gitarren eingebaut werden kann. Fender und Godin, bieten Gitarren an, in denen dieser Tonabnehmer bereits verbaut ist und Line 6 kooperiert mit Parker, der als einziger Hersteller offiziell die Line 6 Elektronik in einer Gitarre integrieren darf. Daher sind viele Musiker darauf angewiesen, wenn sie die Variax Technologie nutzen wollen, aber dennoch nicht auf die Vorzüge von magnetischen Tonabnehmern verzichten wollen, sich eine Variax Gitarre zu kaufen, und die Elektronik und Piezo-Tonabnehmer selbst zu verpflanzen, was eine enorme Herausforderung ist und keine wirkliche Alternative darstellt.

Wie die Zukunft der Effektpedale aussieht, ist noch schwerer vorherzusehen, die Entwicklung deutet aber auf eine Richtung, ähnlich der der Studioteknik hin. Das heißt, dass einige Hersteller Pedale entwickeln, die beispielsweise über DSPs bekannte Verzerrer, oder Wah-Wahs simulieren, so wäre es in Zukunft durchaus denkbar nicht mehr verschiedene Verzerrer-Pedale zu benutzen, sondern qualitativ hochwertige Simulationen dieser. Ich persönlich denke, dass die Zukunft nicht in Multieffektpedalen

liegt, was auch in den Neuentwicklungen verschiedener großer Hersteller wie, Boss, Line 6, oder DigiTech, deutlich wird. Diese Firmen veröffentlichten in den letzten Jahren viele Multieffektpedale, entwickeln aber im Moment, eher spezialisierte Multieffekte, wie oben genannte Multi-Verzerrer oder Wahs. DigiTech bietet die Factory Serie, Line 6 die D-Serie und Boss geht einen anderen Weg indem die Verzerrung von Preamps bekannter Verstärker nachmodelliert werden. Man sieht also, dass ein großes Marktsegment der vorhandenen Pedale schon jetzt mit DSPs und Faltung arbeiten und es ist zu erwarten, dass die Zahl in Zukunft noch zunehmen wird.

5. Abstract

Die derzeitige Situation für Gitarristen ist, wenn man 40 Jahre zurückblickt, eine zuvor ungeahnte Chance, sich musikalisch und klanglich flexibel ausdrücken zu können. Es wird jede erdenkliche Musikrichtung, Spielweise und Situation, beinahe mehrfach abgedeckt, so findet man, Effekte oder Verstärker, zumeist mittlerweile in sämtlichen Aggregatzuständen, wie analog, digital, und virtuell. Wobei auch hier neue Geräte, mit IC Schaltungen, Transistoren, oder NOS¹²⁷ Bauteilen, DSP Schaltungen oder Faltungsalgorithmen, verfügbar sind. Hierzu ein kleines Beispiel: wenn man im Internet¹²⁸ nach einem Fuzz Pedal sucht, welches nach dem Jimi Hendrix ‘ Dallas Arbiter Fuzz klingt, findet man zirka 30 Geräte, die angeben nach diesem speziellen Pedal zu klingen, das Arbiter Fuzz und der Nachbau mit NOS Bauteilen von Roger Mayer selbst, natürlich eingeschlossen, dazu kommen noch, 2 virtuelle Pedale von Amplitube, aus der Jimi Hendrix Serie, eines aus GuitarRig, und eines aus Revalver. Dazu muss man aber noch erwähnen, dass noch andere Hersteller, die nicht auf der benutzten Internetseite aufgelistet waren und andere Computerprogramme existieren. Gleiche Überlegungen kann man auch mit anderen Effekten anstellen und man wird auf ähnliche Zahlen stoßen. Jetzt wäre die Überlegung naheliegend, das Beste aus „beiden Welten“ zum Sounddesign heranzuziehen, dazu siehe Kapitel 2.6. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile, so spricht für das Sounddesign am Computer, die Flexibilität, der Umfang der einzelnen Programme, die Platzersparnis, Mobilität, und der Kostenpunkt, dagegen aber, teilweise das Überangebot, die Handhabung, also die

¹²⁷ Siehe Fußnote 10

¹²⁸ Konkret auf www.thomann.de

Steuerbarkeit der Parameter, die noch existierenden Probleme im Livebetrieb und die zurzeit bestehenden Klanglichen Einbußen.

Für die Klangerzeugung auf analogem Weg spricht, die Authentizität, das bedeutet der dynamische Klang der analogen Geräte, die Unabhängigkeit von digitalen Medien, somit ist auch keine Wandlung (A/D, D/A) notwendig, die Klangqualität und der physische Faktor (echte Pedale oder Verstärker mit Knöpfen und Schaltern). Als Minuspunkt könnte man den Kostenfaktor der einzelnen Pedale sehen, die Lautstärke, denn besonders ältere Verstärker klingen erst bei stärker aufgedrehter Endstufe gut und erzeugen die gewünschten Obertöne, den Platzverbrauch und die Abnutzung der Geräte, da viele Bauteile, wie Transistoren aus Germanium, oder die Röhren eines Verstärkers, oder die Mechaniken, stark fehler- und verschleißanfällig sind.

Aus psychologischer Sicht haben viele Musiker noch Vorurteile gegenüber der digitalen Klangerzeugung. Dieses Bild ist tief in im Unterbewusstsein verankert und macht es schwer digitale Effekte nüchtern zu beurteilen, mein Versuch zeigt, dass vor allem wenn Musiker davon überzeugt sind, dass die Klangerzeugung analog erfolgt, sie mehr Punkte verteilt haben. Des Weiteren wurde deutlich wie „analog“ die heutigen digitalen Simulationen klingen, denn mehr als 60% der befragten empfanden beispielsweise Amplitude am „analogsten“, das auch im Durchschnitt als am besten klingend für diesen Versuch empfunden wurde. Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erwähnt, findet heute eine Spezialisierung im Bereich der Effekte statt und so kann es durchaus möglich sein, dass eine andere Methode für einen anderen Musikstil besser klingt, aber das kann wissenschaftlich, nicht belegt werden, auch wenn den verwendeten Programmen und Effekten von der Fachpresse, wie einige Male zitiert, bekannte Stärken und Schwächen, in gewissen Einsatzbereichen nachgesagt werden.

Dennoch: Es ist zurzeit nicht absehbar ob in Zukunft Musiker vielleicht nur noch mit einem Laptop auf der Bühne stehen und eine digitale Gitarre spielen, auch wenn die Möglichkeit schon heute bestünde. Es wäre durchaus denkbar, dass viele komplizierte Effekte wie Raumsimulationen die ohne Faltung, beziehungsweise ohne einen Prozessor nicht berechenbar sind, in Zukunft in die Effektkette integriert werden. Auch mit dem stetigen Fall der Mikrochip Preise, bei gleichzeitiger Steigerung der Rechenleistung, werden die nächsten Generationen von Gitarren-Plugins und digitalen Pedalen einen noch größeren Umfang und Detailreichtum an Simulationen bieten, denn diese Richtung zeigen die DSP Farmen in der Studioteknik an. Es ist aber im Moment, zumindest für mich, undenkbar ohne einen Bildschirm mit den beschriebenen

Gitarrenprogrammen effizient zu arbeiten, das bedeutet, dass ohne eine graphische Oberfläche, die Steuerung fast nicht möglich ist.

Die Artist Serie von DigiTech versucht diese Brücke zu schlagen, indem über ein Expressionspedal ein Effekt gesteuert wird und über Schalter die im Zehenspitzen- und im Fersen-Bereich des Pedals liegen, die einzelnen Presets durchgeschaltet werden können. Zwar besitzt das Pedal einen Umfang, der nicht mit dem von Computerprogrammen verglichen werden kann, aber dennoch sind zahlreiche Sounds enthalten. Neu ist zudem bei dieser Art von Pedalen, dass mit bekannten Musikern, oder im Fall von Hendrix mit seinem Tontechniker, zusammengearbeitet wird und Sounds von bekannten Songs der Künstler simuliert werden. Das zeigt die noch weitere Spezialisierung der Hersteller auf bestimmte Nischen.

Die Ergebnisse meiner Versuche zeigen, dass die Klangqualität der digitalen Replikat mittlerweile sehr gut ist und dass sie oftmals besser klingen, als analoge Kopien alter Geräte. Wenn man auf der Suche nach einem bestimmten Klang ist, ist es heute definitiv besser, auf digitale Simulationen zurückzugreifen, da die Ergebnisse bestätigen, dass das Preis-Leistungsverhältnis besser und eine große Zahl an Effekten in den Programmen, oder Pedalen enthalten ist. Die digitale Klangerzeugung bietet aber auch neue Möglichkeiten um Instrumente nachzubilden, so zeigt Line 6 oder Roland, dass es möglich ist Gitarren, oder andere Saiteninstrumente, naturgetreu zu simulieren. So ist es kann man mehrere Instrumente, mit nur einer Gitarre nutzen. Auch Finanziell bietet das einen Anreiz, denn die simulierten Modelle sind durchwegs alte „Klassiker“ und sind im Vergleich zu der digitalen Gitarre, bis zu zehnmal so teuer. Natürlich hat diese Art die Klangsynthese auch einige Nachteile, wie zum Beispiel das Problem der Digitalisierung. So muss jedes Signal das gefaltet werden soll, gewandelt werden, dies ist unumstößlich und wird sich in Zukunft auch nicht ändern. Für den Musiker hat dies zur Folge, dass er, entweder wie im Fall der DigiTech Serie, ein Netzteil zur Stromversorgung verwenden muss, oder wie bei Line 6, falls kein Strom verfügbar ist, die Wandler mit 7 Batterien speisen muss. Klar ist, dass auch andere, analoge Effekte, mit Strom versorgt werden, nur ist in den meisten Fällen eine 9 Volt Batterie ausreichend. Ähnlich wie bei analogen Geräten hängt auch bei den digitalen Lösungen viel von der Qualität der Bauteile ab.

Ein häufig genanntes Problem der digitalen Klangerzeugung für Gitarren, ist die Dynamik der Signale, das bedeutet einerseits wie bei der DigiTech Serie, dass mit der

Anschlagstärke das Signal zwar variiert, also lauter oder leiser wird, aber anders wie analogen Geräten, die Verzerrung nicht zu, beziehungsweise abnimmt.

Es bleibt abzuwarten in wie weit die Kopien noch verbessert werden, wahrscheinlich ist aber trotz allem, dass es nie möglich sein wird, eine hundertprozentige Reproduktion, sowohl auf digitaler, als auch auf analoger Ebene zu erreichen. Wie die Versuche zeigen erreicht man mittlerweile beachtliche Übereinstimmungen, wenn man den original mit dem simulierten Klang vergleicht, die Fehlerquote „Mensch“ wird (voraussichtlich) immer bestehen bleiben.

Literaturverzeichnis

- Berger, Georg. „IK Multimedia ARC.“ *Professional Audio*, 1/2008: 80-87.
- Brewster, David M. *Introduction to Guitar Tone & Effects*. Milwaukee: Hal Leonard, 2003.
- Day, Paul. *E-Gitarren*. München: Carstensen, 2007.
- Dill, Thomas. *Guitar Effects - Funktion und Einsatz von Effektgeräten für Gitarre*. Brühl: AMA Verlag, 2005.
- Dommer, Michael. „DigiTech Brian May Pedal.“ *Gitarre und Bass*, 11/ 2006: 192-195.
- Fjestad, Zachery R. *Blue Book of Electric Guitars 9th Edition*. Minneapolis: Blue Book Publications Inc., 2005.
- Görne, Thomas. *Tontechnik*. Leipzig: Carl Hanser Verlag, 2006.
- Hunter, Dave. *Guitar Effects Pedals - The practical Hand book*. London: Backbeat Books, 2004.
- Kashiwa, Gannon. „The Pro Tools 48-bit Mixer.“ *digidesign.com*. 2001.
http://akmedia.digidesign.com/support/docs/48_Bit_Mixer_26688.pdf (Zugriff am 31. 10 2009).
- Katz, Bob. *Mastering - The art and science*. Oxford : Focal Press, 2007.
- Lemme, Helmut. *Elektro Gitarren Technik + Sound*. Aachen: Elektor Verlag, 2006.
- . *Gitarrenverstärker Sound*. München: Richard Pflaum Verlag, 1995.
- Micheal Drmota, Bernhard Gittenberger, Günther Karigl, Alois Panholzer. *Mathematik für Informatik*. Lemgo: Helder mann Verlag, 2007.
- Schild, Gehardt. *Einführung in die Technische Informatik 2. Auflage*. Wien: Springer-Verlag, 2005.
- Smith, Richard W. *Fender - Ein Sound schreibt Geschichte*. Hamburg: Nikol Verlag, 2003.
- Smith, Steven W. *The Scientist & Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. Californien : California Technical Pub., 1997.
- Trampert, Lothar. *Elektrisch! Jimi Hendrix - Der Musiker hinter dem Mythos*. Augsburg: Sonnentanz Verlag, 1998.
- Wagner, Ebo. „DigiTechJimi Hendrix Pedal .“ *Gitarre und Bass*, 8/2005: 110.
- Wittig, Harald. „Liquidmix.“ *Professional Audio*, 11/2006: 84-89.

Bilderverzeichnis

ABBILDUNG 1: ROGER MAYER SPITFIRE FUZZ	27
ABBILDUNG 2: EMT 140 PLATTENHALL	34
ABBILDUNG 3: AUDIO DNA DSP CHIP	36
ABBILDUNG 4: DIGITECH JIMI HENDRIX EXPERIENCE PEDAL	38
ABBILDUNG 5: OSZILLOGRAMM DIGITECH PEDAL "FOXY LADY"	41
ABBILDUNG 6: OSZILLOGRAMM DIGITECH PEDAL "PURPLE HAZE"	42
ABBILDUNG 7: FREQUENZBANDANALYSE WEIßES RAUSCHEN „PURPLE HAZE“ (OBEN) UND "FOXY LADY" (UNTEN)	43
ABBILDUNG 8: AMPLITUDE AUFLISTUNG	48
ABBILDUNG 9: OSZILLOGRAMM DER RÖHRENSIMULATION VON AMPLITUDE	50
ABBILDUNG 10: FFT ANALYSE VON AMPLITUDE	51
ABBILDUNG 11: OSZILLOGRAMM DER RÖHRENSIMULATION VON GUITARRIG	51
ABBILDUNG 12: FFT ANALYSE VON GUITARRIG	52
ABBILDUNG 13: WELLENFORM EINER RÖHRENVERZERRUNG	52
ABBILDUNG 14: AMPLITUDE SCHRITT 1: WEIßES RAUSCHEN WIRD IN DAS PROGRAMM GESCHICKT, KEINE EFFEKTE AKTIV	53
ABBILDUNG 15: AMPLITUDE SCHRITT 2: FUZZPEDAL WIRD AKTIVIERT	54
ABBILDUNG 16: AMPLITUDE SCHRITT 3: FREQUENZSPEKTRUM MIT FUZZ UND VERSTÄRKER	54
ABBILDUNG 17: AMPLITUDE SCHRITT 4: AKTIVIERUNG DER LAUTSPRECHER- UND MIKROFON- SIMULATION	55
ABBILDUNG 18: AMPLITUDE SCHRITT 5: AKTIVIERUNG DES 19“ EQUALIZER-EFFEKTES, EFFEKTKETTE VOLLSTÄNDIG	55
ABBILDUNG 19: VERGLEICH DIGITECH PEDAL	56
ABBILDUNG 20: AMPLITUDE OSZILLOGRAMM MIT ALLEN EFFEKTEN	56
ABBILDUNG 21: DIGITECH OSZILLOGRAMM	57
ABBILDUNG 22: FENDER STRATOCASTER	100
ABBILDUNG 23: DUNLOP DALLAS ARBITER FUZZ FACE MIT GERMANIUM TRANSISTOR	101
ABBILDUNG 24: DUNLOP JH F1 MIT SILIZIUM TRANSISTOR	101
ABBILDUNG 25: DUNLOP UNIVIBE	101
ABBILDUNG 26: DUNLOP JIMI HENDRIX OCTAVIO	102
ABBILDUNG 27: DUNLOP CRY BABY GCB95	102
ABBILDUNG 28: AUSSENANSICHT EINES BOSS VERZERREN PEDALS IN IC BAUWEISE	103
ABBILDUNG 29: INNENLEBEN DES OD-3 MIT DEM IC AUF DER PLATINE (IC1)	103
ABBILDUNG 30: PLATINE MIT TRNSFORMATOR	104
ABBILDUNG 31: HINTERANSICHT DER PLATINE MIT DER RÖHRE WELCHE AUF EINER ZWEITEN PLATINE MIT DEN POTENTIOMETERN SITZT SIEHE BILD DARÜBER	104
ABBILDUNG 32: QUERSCHNITT DES GERÄTES	105

ABBILDUNG 33: TUBE FAKTOR AUSSENANSICHT	105
ABBILDUNG 34: AUSSENANSICHT	106
ABBILDUNG 35: SEITENANSICHT	106
ABBILDUNG 36: INNENLEBEN	107
ABBILDUNG 37: FOTOZELLE AUF PLATINE MIT U1 GEKENNZEICHNET	107
ABBILDUNG 38: GESAMTANSICHT DES CONTROLLERS	108
ABBILDUNG 39: VARIAX 300 GITARRE	108
ABBILDUNG 40: KNOPF ZU ANWAHL DES GITARRENMODELS	109

Grafiken

TABELLE 1: ERGEBNISSE ANSCHNITT 1 (WERTE IN PROZENT).....	64
TABELLE 2: ERGEBNISSE ANSCHNITT 2 (WERTE IN PROZENT).....	65
TABELLE 3: ERGEBNISSE ANSCHNITT 3 (WERTE IN PROZENT).....	66
TABELLE 4: ERGEBNISSE DES GESAMTEN STÜCKES (WERTE IN PROZENT).....	67
TABELLE 5: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG DES DIGITECH PEDALS.....	109
TABELLE 6: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG VON AMPLITUBE.....	110
TABELLE 7: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG VON GUITARRIG.....	110
TABELLE 8: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG MIT NICHT-GITARRENSPEZIFISCHEN PLUGINS.....	111
TABELLE 9: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG DER AUFNAHME OHNE EFFEKTE.....	111
TABELLE 10: BEWERTUNG DER KLANGERZEUGUNG MIT ANALOGEN GERÄTEN	112

Evaluierungsbogen

Nachfolgende Musikstücke sollen im Vergleich zum Original beurteilt werden. Dabei sollte nur auf den Klang und nicht auf die Spielweise geachtet werden. Auf einer Skala von 0 bis 10 soll eingetragen werden wie ähnlich das Musikstück zum Original ist, wobei **0** einen ganz anderen Klang und **10** eine exakte Übereinstimmung bedeutet.

Zusätzlich soll bei **Track 19 -24** angekreuzt werden ob man glaubt, dass die Klangerzeugung digital oder analog stattgefunden hat.

Zutreffendes soll angekreuzt werden:

Alter:

Spielen Sie ein Instrument? **Ja** / **Nein**

Spielen Sie Gitarre? **Ja** / **Nein**

Ist Ihnen das Stück (Jimi Hendrix – Little Wing) bekannt? **Ja** / **Nein**

1. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

13. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

15. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

16. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

17. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

18. Track

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

19. Track digital / analog

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

20. Track digital / analog

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21. Track		digital		/	analog					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22. Track		digital		/	analog					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23. Track		digital		/	analog					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24. Track		digital		/	analog					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

CD Inhalt

1. Original AUSSCHNITT 1
2. Analoge Reproduktion AUSSCHNITT 1
3. Original AUSSCHNITT 2
4. Reproduktion ohne Effekte über D.I. AUSSCHNITT 2
5. Original AUSSCHNITT 1
6. Reproduktion mit Amplitude AUSSCHNITT 1
7. Original AUSSCHNITT 3
8. Reproduktion mit Vst Plugins AUSSCHNITT 3
9. Original AUSSCHNITT 3
10. Reproduktion ohne Effekte über D.I. AUSSCHNITT 3
11. Original AUSSCHNITT 2
12. Reproduktion mit Amplitude AUSSCHNITT 2
13. Original AUSSCHNITT 2
14. Reproduktion mit Guitarrig AUSSCHNITT 2
15. Original AUSSCHNITT 1
16. Reproduktion mit Vst Plugins AUSSCHNITT 1
17. Original AUSSCHNITT 3
18. Reproduktion mit Guitarrig AUSSCHNITT 3
19. Original AUSSCHNITT 2
20. Reproduktion mit dem DigiTech Bodeneffektpedal AUSSCHNITT 2
21. Original AUSSCHNITT 1
22. Reproduktion mit dem DigiTech Bodeneffektpedal AUSSCHNITT 1
23. Original AUSSCHNITT 2
24. Analoge Reproduktion AUSSCHNITT 2
25. Original AUSSCHNITT 3
26. Reproduktion mit Amplitude AUSSCHNITT 3
27. Original AUSSCHNITT 1
28. Reproduktion ohne Effekte über D.I. AUSSCHNITT 1
29. Original AUSSCHNITT 2
30. Reproduktion mit Vst Plugins AUSSCHNITT 2
31. Original AUSSCHNITT 3

32. Analoge Reproduktion AUSSCHNITT 3
33. Original AUSSCHNITT 1
34. Reproduktion mit Guitarrig AUSSCHNITT 1
35. Original AUSSCHNITT 3
36. Reproduktion mit dem DigiTech Bodeneffektpedal AUSSCHNITT 3
37. Original
38. Analoge Reproduktion gesamtes Intro
39. Original
40. Reproduktion mit Amplitube gesamtes Intro
41. Original
42. Reproduktion mit dem DigiTech Bodeneffektpedal gesamtes Intro
43. Original
44. Reproduktion ohne Effekte über D.I. gesamtes Intro
45. Original
46. Reproduktion mit Vst Plugins gesamtes Intro
47. Original
48. Reproduktion mit Guitarrig gesamtes Intro

Little Wing Noten

Little Wing

Jimi Hendrix
Axis : Bold As Love

Words & Music by Jimi Hendrix

Tune down 1/2 step
① = D# ④ = C#
② = A# ⑤ = G#
③ = F# ⑥ = D#

♩ = 67 Gesamte Einleitung

The image displays a musical score for the song "Little Wing" by Jimi Hendrix. It consists of four systems of music, each with a standard staff and a guitar tablature staff below it. The score is in 4/4 time and begins with a tempo marking of 67 beats per minute. The first system (measures 1-3) includes a "Harm." section and is labeled "Ausschnitt 1". The second system (measures 4-6) is labeled "Ausschnitt 2". The third system (measures 7-9) is labeled "Ausschnitt 3". The fourth system (measures 10-12) concludes the piece. The tablature uses numbers 0-12 to indicate fret positions and includes various techniques such as bends, triplets, and muted notes. The score is enclosed in a red border.

Bilder

Es wurde versucht, für sämtliche Bilder die von anderen Personen, oder Webseiten, stammen, die Zustimmung einzuholen. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich die zu melden.

Fender 1963 Stratocaster Olympic White



129

Abbildung 22: Fender Stratocaster

¹²⁹ Quelle: <http://www.ten-guitars.de/images/guitars/thumbX320/00000000754923e4dfcde35.JPG>

Bilder der heutigen Versionen von Hendrix altem Equipment (Quelle aller Bilder: www.thomann.de)



Abbildung 23: DUNLOP DALLAS ARBITER FUZZ FACE mit Germanium Transistor



Abbildung 24: DUNLOP JH F1 mit Silizium Transistor



Abbildung 25: DUNLOP UNIVIBE



Abbildung 26: DUNLOP JIMI HENDRIX OCTAVIO



Abbildung 27: DUNLOP CRY BABY GCB95

(dabei handelt es sich nicht um das erwähnte Cry Baby welches Dunlop eigenständig entwickelte, sondern um einen Nachbau welcher an die Schaltung des Vox Wah-Wahs der 1960er angelehnt ist.)

BOSS „Overdrive“:



Abbildung 28: Aussenansicht eines Boss Verzerren Pedals in IC Bauweise



Abbildung 29: Innenleben des OD-3 mit dem IC auf der Platine (IC1)

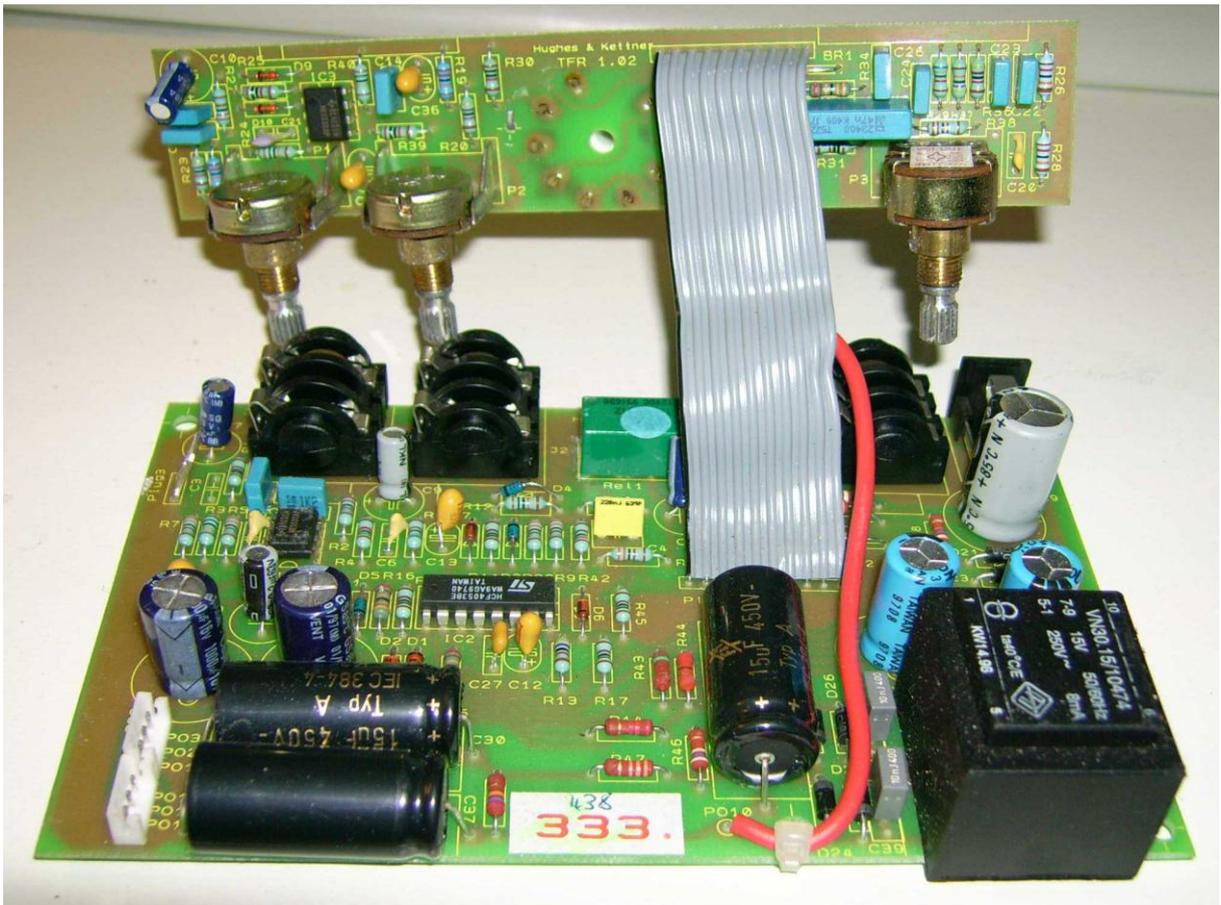
Hughes & Kettner Tube Factor¹³⁰:

Abbildung 30: Platine mit Trnsformator

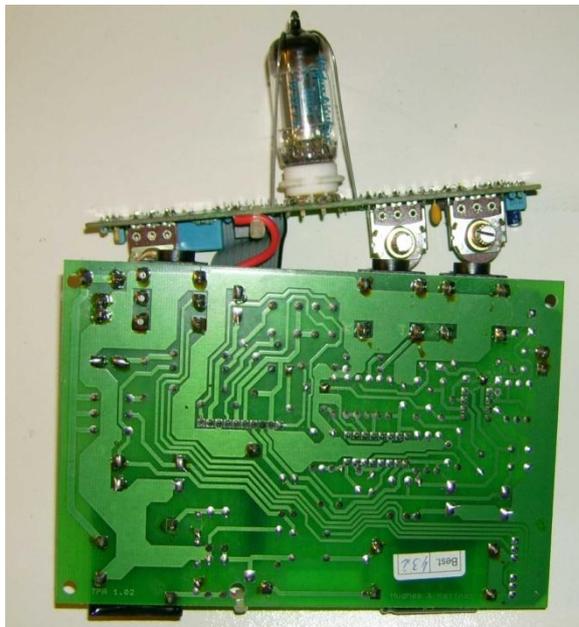


Abbildung 31: Hinteransicht der Platine mit der Röhre welche auf einer zweiten Platine mit den Potentiometern sitzt siehe Bild darüber

¹³⁰ Quelle: <http://www.sonicurbs.com/tubefactor/index.htm>

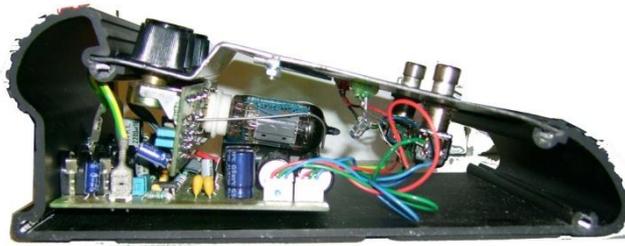


Abbildung 32: Querschnitt des Gerätes



Abbildung 33: Tube Faktor Aussenansicht¹³¹

DigiTech Jimi Hendrix Pedal:

¹³¹ Quelle: http://www.thomann.de/de/hughes_kettner_tube_factor.htm



Abbildung 34: Aussenansicht¹³²



Abbildung 35: Seitenansicht¹³³

¹³²Quelle: www.thomann.de
¹³³Quelle: www.thomann.de

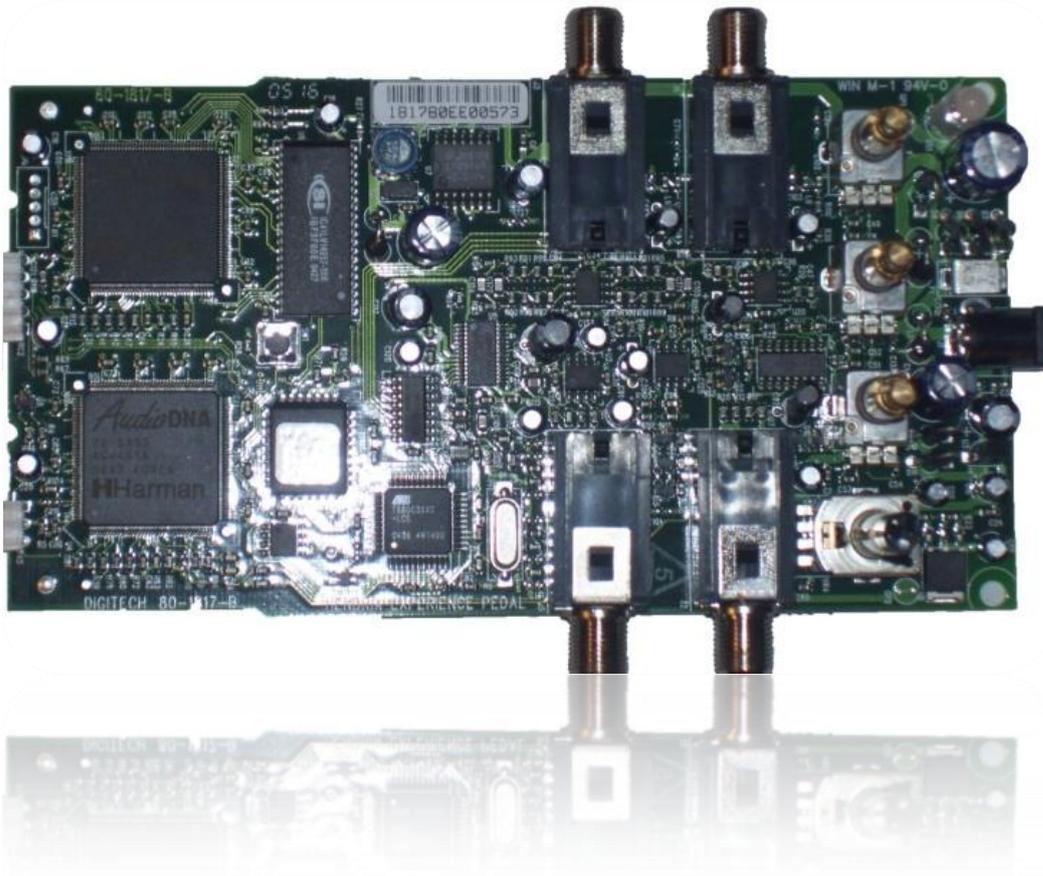


Abbildung 36: Innenleben

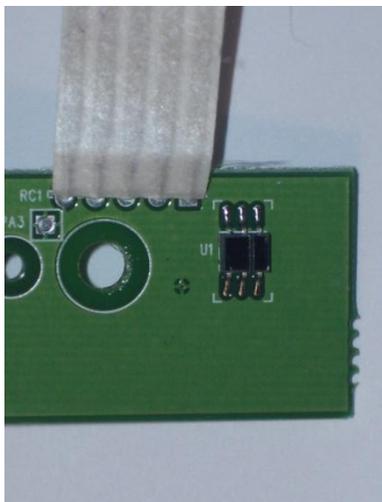


Abbildung 37: Fozelle auf Platine mit U1 gekennzeichnet

AKAI MPD32 Controller



Abbildung 38: Gesamtansicht des Controllers¹³⁴

Line 6 Variax



VARIAX 300 in opaque gloss red

Abbildung 39: Variax 300 Gitarre¹³⁵

¹³⁴ Quelle: www.thomann.de



Abbildung 40: Knopf zu Anwahl des Gitarrenmodels

**Diagramme zur Bewertung analoger, beziehungsweise digitaler Klangerzeugung
(die richtige Klangerzeugung ist in Klammer angegeben):**

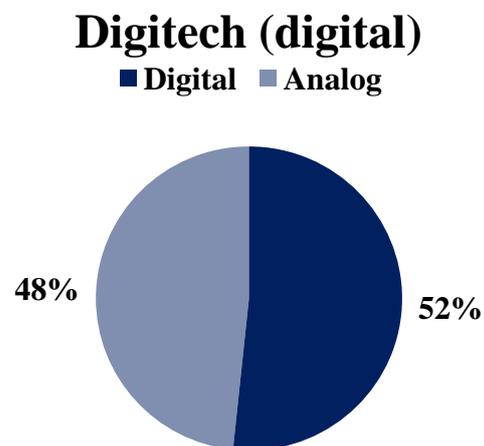


Tabelle 5: Bewertung der Klangerzeugung des DigiTech Pedals

¹³⁵ Quelle: www.line6.com

Amplitude (digital)

■ Analog ■ Digital

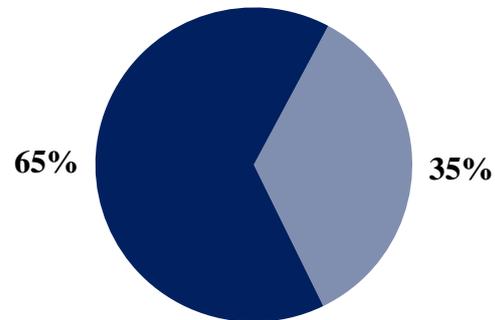


Tabelle 6: Bewertung der Klangerzeugung von Amplitude

GuitarRig (digital)

■ Digital ■ Analog

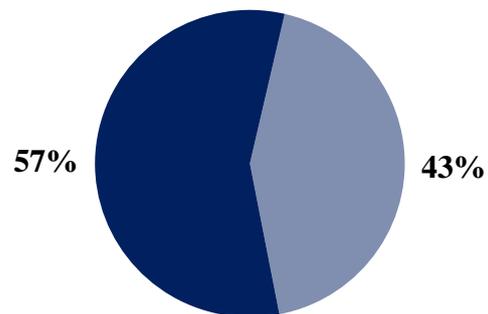


Tabelle 7: Bewertung der Klangerzeugung von GuitarRig

Plugins (digital)

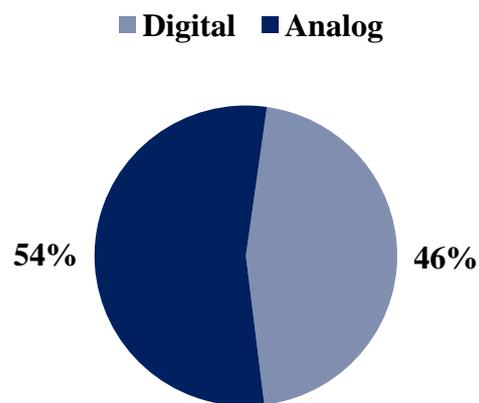


Tabelle 8: Bewertung der Klangerzeugung mit nicht-gitarrenspezifischen Plugins

Ohne Effekte (analog)

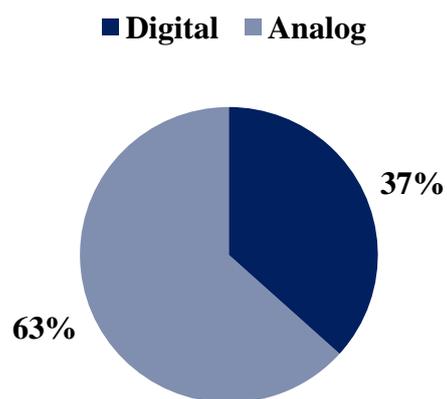


Tabelle 9: Bewertung der Klangerzeugung der Aufnahme ohne Effekte

Analoge Rekonstruktion (analog)

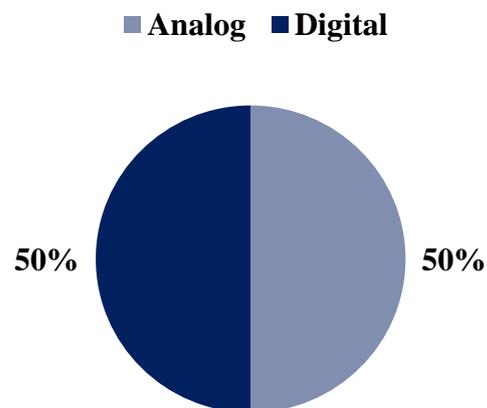


Tabelle 10: Bewertung der Klangerzeugung mit analogen Geräten

Resümee:

Stefan Schuster geb. 27.03.1986 in Wien

Juni 2004: Matura mit sprachlichen Schwerpunkt am GRG 3 Hagenmüllergasse 1030
Wien

Präsenzdienst beim Arbeiter-Samariterbund bis September 2005

Oktober 2005: Beginn des Musikwissenschaftsstudiums an der Universität Wien

Oktober 2007: Abschluss des ersten Studienabschnittes

März 2008 – März 2009: Bachelor Studium Medieninformatik an der Technischen
Universität Wien

Oktober 2008 – Heute: Tätigkeit als Tutor für Ass.-Prof. Dr. Emil H. Lubej für die
Lehrveranstaltungen: Laborübung 1 bzw. Laborübung 2