

HARDWARE VS PLUGINS

Tonseminar WS15/16

Marian Hepp & Marquis Fields WS15/16

Inhaltsverzeichnis

Was sind Audio Plugins ?	3
Was ist Hardware ?	4
Wie wird Hardware emuliert ?	5
Durchmessen der Hardware	5
Component Modeling	5
Faltungsplugins	7
Faltungshall	7
Multieffektfaltung	9
Hardware vs. Plugins - Versuchsaufbau	10
1176 Shootout	11
LA2A Shootout	13
Hybride Arbeitsweise	15
Softube Console 1	15
Kemper Profiling Amp	16
Pro & Contra Hardware	17
Pro & Contra Plugins	18
Quellen	19

Was sind Audio Plugins?

Audio Plugins sind optionale Software Erweiterung zur DAW. Sie sind in der Regel nicht eigenständig verwendbar. Manche Hersteller bieten jedoch neben dem Plugin zusätzlich eine sogenannte „Standalone“-Version an, die auch ohne DAW genutzt werden kann. Plugins sind vergleichbar mit Outboard. Im Gegensatz dazu arbeiten sie jedoch auf Software-Basis und haben in der Regel keine physischen Hardware-Controller. So gibt es auch hier, wie beim Outboard, viele verschiedene Arten von Plugins:

- dynamische Prozessoren: Kompressoren aller Arten (Opto, VCA, FET), Limiter, Expander, Gate, Transient Designer
- verschiedene Equalizer (digital, analog emuliert, aktiv, passiv, dynamisch)
- Reverb
- zeitvariable Effekte: Delay, Chorus,
- Restorations Tools
- Distortion, Sättigungs Effekte
- virtuelle Instrumente

Die Kompatibilität mit der DAW wird durch verschiedene Schnittstellen-Formate gewährleistet. Hier haben sich einige wenige Formate auf dem Markt durchgesetzt. Der Großteil der DAWs arbeitet dabei mit dem von Steinberg entwickelten VST 2 und VST 3. Weit verbreitet sind außerdem die Schnittstellen AU (= Audio Units) von Apple Logic X und AAX, welches von AVID für Pro Tools 12 entwickelt wurde.

Sogenannte DSP-basierte Audio-Software erfreut sich bis heute großer Beliebtheit und wird unter Professionellen Toningenieuren hoch gehandelt. Durch externe DSP-Chips, die in der Regel sehr teuer sind, wird die hohe Rechen-Power, die die Software benötigt aus dem System ausgelagert um eine einwandfrei Performance zu gewährleisten, die nicht durch die CPU-Kapazität des PCs beschränkt ist. Die Latenzen, die das Plugin verursacht, wird so auf ein Minimum reduziert.

Mit diesen Systemen ist es so zum Beispiel möglich, einen Kompressor auf der Stimme, direkt mit aufzunehmen und zu printen.

Beispiele für DSP-Software sind beispielsweise die UAD-Plugins von Universal Audio oder das Pro Tools HD bzw. HDX-System.

Viele Hersteller bieten bestimmte Plugins nur in Verbindung mit ihrem DSP-System an, um so einen Kopierschutz durch die benötigte Hardware (DSP-Chips) zu gewährleisten.

In letzter Zeit bieten jedoch immer mehr Hersteller auch Native-Versionen an. Aufgrund dieser Entwicklung und der Tatsache, dass die CPU-Kapazität der PCs kontinuierlich steigt, zeichnet sich momentan der Trend ab, dass DSP-basierte Software eventuell bald überflüssig wird.

Was ist Hardware?

Hardware wird grundsätzlich in zwei Kategorien unterschieden: In analoge und digitale Hardware.

Bei analoger Hardware handelt es sich um Geräte mit komplexen elektronischen Schaltungen. Der Aufbau kann dabei diskret oder mit integrierten Schaltkreisen (IC = integrated Circuits) sein.

Diskret bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Funktion durch viele einzelne Bauteile wie Transistoren, Widerstände, Kondensatoren etc realisiert wird. Bekannte Beispiele für den diskreten Schaltungsaufbau sind der Neve 1073 Pre-Amp und der Pultec Equalizer.

Wichtige Aspekte der analogen Hardware sind Sättigung und harmonische Verzerrungen. Manche dieser Artefakte wirken angenehm und musikalisch-wertvoll. Man könnte auch sagen, dass sie einer Aufnahme „Farbe“, sozusagen das gewisse etwas, geben. Daher versuchen viele Plugin-Hersteller genau diese Artefakte und bauteilbedingte Nebeneffekte mit zu emulieren, um möglichst nah an die analogen Originale heran zu kommen.

Beispiele hierfür sind mechanische Artefakte, die durch magnetische Tonbänder und Bandmaschinen erzeugt werden. Dazu gehören „Flutter“, Probleme durch ein instabiles Tempo und Bandsättigung. Ein weiteres Exempel sind harmonische und nicht-harmonische Verzerrungen, die durch Transformatoren und Induktoren/Spulen entstehen, sowie Artefakte, die durch aktive Schaltungen (Röhren, Solid State-Bauteile) entstehen.

Bei digitaler Hardware findet das Signal-Processing in DSP-Chips (Digital Signal Processor). Die Bearbeitung wird also durch eine AD-Wandlung, digitale Rechenverfahren und eine abschließende DA-Wandlung realisiert. Im Vergleich zur analogen Hardware arbeitet digitale Hardware dabei grundsätzlich mit zeit- und wert-diskreten Signalen. Das Analoge Signal wird digitalisiert, in Blöcke unterteilt und mit der jeweilige DSP Routine verrechnet. Das Ergebnis der Bearbeitung wird dann zurück in ein analoges Signal gewandelt. Ein Beispiel für digitale Hardware ist beispielsweise der Weiss EQ, ein 7-Band parametrischer EQ, der als erster dynamischer Equalizer gilt.

Wie Wird Hardware emuliert?

Als Entwickler eines Plugins, das analoge Hardware emulieren soll, steht man grundsätzlich vor dem Problem, dass es sehr schwer ist analoge Schaltkreise digital zu emulieren. Das Problem dabei sind die Unlinearitäten der elektronischen Bauteile, die durch verschiedenen Umwelteinflüsse, Toleranzen und dem Zusammenspiel der Komponenten auftreten. Das heisst der Entwickler muss diese Unlinearitäten mit in das Plugin integrieren, im Vergleich zur Hardware bei der diese von Natur aus gegeben sind.

Es gibt 2 grundsätzliche Herangehensweisen den akustischen Fingerabdruck analoger Hardware zu emulieren.

Durchmessen der Hardware

Der Entwickler schickt eine Vielzahl von statischen und variablen Signalen durch das Gerät und misst den Ausgang im Vergleich zum Messsignal für alle am Frontpanel verfügbaren Einstellmöglichkeiten. Danach entwickelt er einen DSP Code der diese Änderungen akkurat nachbildet. Dabei kann der Entwickler sich Aufwand sparen, indem er keine Zwischenwerte zwischen den Originalen Schalterpositionen zulässt, so muss nur für jede Schalterposition ein Code entwickelt werden, der die Veränderung die die Hardware erzeugt simuliert.

-> gut für Geräte mit festen Schalterpositionen

-> mittlerer Entwicklungsaufwand und relativ geringer Rechenaufwand

z.B. Waves API 550

Component Modelling

Die komplizierterer und deutliche Zeit und Skillintensiverer Variante, ist es die Schaltung zu untersuchen und die verschiedenen Komponenten mittels verschiedener kommerziell erhältlicher Programme zu modeln, und damit eine Transferfunktion von Input zu Output zu ermitteln. Diese mathematische Funktion kann dann dazu genutzt werden DSP Routinen zu schreiben, die das untersuchte Gerät emulieren.

wichtig ist eben nicht nur die einzelnen Komponenten zu emulieren sondern auch die Wechselwirkungen dazwischen

-> hoher Entwicklungsaufwand und hoher Rechenaufwand

Bei analogen Schaltungen hingegen beeinflussen sich die die Komponenten, die Linearität wird durch diese Wechselwirkungen unterbrochen. Derartige Beeinflussungen sind allerdings entscheidend für den

Klangcharakter analoger Geräte. Auch äußere Einflüsse wie die Umgebungstemperatur, oder Faktoren wie das spezifische Sättigungsverhalten der Komponenten, beeinflussen den Klang einer analogen Schaltung und sind maßgeblich für deren „Lebendigkeit“ verantwortlich.

Neue Entwicklungen: Brainworx bx_console

Das ist der Trailer zum neuen Brainworx BX_Console Plugin. Was daran so besonders ist werden wir dann gleich erfahren. Die Entwickler bei Brainworx nämlich den Ansatz des Component Modelling noch einen Schritt weiter getrieben.

nochmal als Zusammenfassung. Die dachten sich „es gibt ja eigentlich genug Channel Strips. Was macht unseren so besonders“. Das Plugin ist besonders da es noch mehr Nonlinearitäten in die PluginWelt überträgt. Normalerweise klingt jede Instanz eines Plugins gleich. Was aber den Analogen Charme eines Pultes ausmacht ist, zum Beispiel dass es Übersprechen zwischen den Kanälen gibt. oder der Stereofader für beide Bahnen nicht 100% identisch ist. Die Aussage das Mixe auf Pulten einfach breiter und 3 dimensionaler Klingen sehen vielen Engineers darin begründet, dass die verschiedenen Kanalzüge kleine Ungenauigkeiten zuander haben.

Die meisten Entwickler kombinieren Durchmessen der Hardware und das Component Modelling. Ebenso wichtig sind Vorerfahrungen aus anderen Projekten und zum Finetuning spielen intensive Hörsessions eine wichtige Rolle.

„George Massenburg isn't convinced that classic hardware can be — or even should be — modelled“¹

George Massenburg - Bekannter EQ Guru ist zum Beispiel nicht davon überzeugt, dass klassische Hardware emuliert werden kann oder überhaupt emuliert werden sollte.

Ich denke da liegt er falsch, jedoch sollten Emulationen den Charakter der Hardware mit modernen Features vereinen.

Die Firma Softube hat den FET COMPRESSOR vor rund 7 Jahren rausgebracht. Anstatt aber nur eine Emulation eines 1176 zu entwickeln. Haben die Entwickler bei Softube extrem nützliche Features beigefügt wie zum Beispiel Sidechain Filter, eine Lookahead Funktion und einen Mix Regler. Durch diese Features hat das Plugin einen erheblichen Mehrwert als eine reine Emulation eines 1176 (WAVES!)

¹ <http://www.soundonsound.com/sos/aug10/articles/modelling-plugins.htm>

digitale Hardware in Plugins modeln ist relativ einfach - solange der Original DSP Code vorliegt. Beispiel Lexicon 224 und UAD. UAD haben den Code von Lexicon bekommen und konnte den in ihre Architektur einbauen. Deswegen gibt es gerade auch ein Revival alter Digitaler Hardware die von den Original Hardwareherstellern rausgebracht wird.

Was man aber bedenken muss, ist dass viel sound durch die Eingangs und Ausgangswandler erzeugt wurde. Auch original Sampling Rate und Bittiefe müssen beibehalten werden.

Faltungsplugins

Faltungshall

Die am häufigsten verbreitete Anwendung für die Faltung in der Audiotechnik sind Faltungshall Plugins. Mit diesen Plugins lassen sich echte Räume oder „analoge“ und digitale Hallgeräte mittels sogenannter Impulsantworten sampeln und in der DAW auf das zu verhallende Material anwenden.

Die Impulsantworten werden dabei folgendermaßen erzeugt:

Im zu sampeln den Raum werden Lautsprecher aufgebaut. Diese geben je nach Methode einen Rauschburst² oder einen Sinussweep³ ab. Diese Signale werden im Raum von einem (mono) oder mehreren Mikrofonen aufgenommen. Dieses aufgenommene Signal ist die Impulsantwort, die dann mittels Faltung auf das zu verhallende Signal gerechnet wird.

Dieser Prozess funktioniert wie folgt:

Das zu verhallende Signal wird am Eingang des Plugins durch eine Fast Fourier Transformation in der Frequenz Ebene dargestellt.

Da die Impulsantwort die Fourier Transformierte der Übertragungsfunktion (Frequenzgang) ist wird diese ebenfalls durch eine FFT in die Frequenzebenen überführt. Nun muss der Prozessor jedes Audiosample des

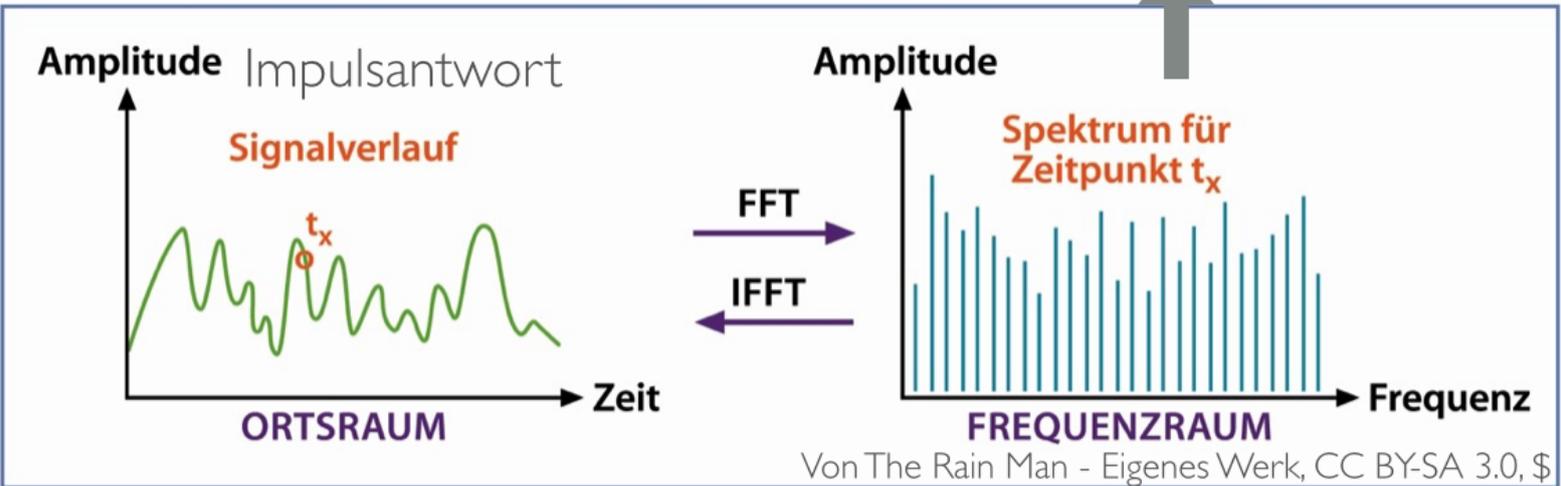
² kurzes Messsignal aus weißem Rauschen

³ Messsignal bei dem je nach Anwendung ein Frequenzbereich mit gleicher Amplitude in bestimmter Zeit durchlaufen werden

Eingangssignals mit der Impulsantwort berechnen. Dies geschieht heute per Multiplikation. Das Produkt wird nach der Berechnung per IFFT⁴ zurück in die Zeitebene überführt.

Vorteile des Faltungshalls ist dass der Effekt sehr realistisch klingt. Nachteil ist dass die Multiplikation der mindestens 44100 pro Sekunde am Eingang anliegenden Samples mit der Impulsantwort relativ viel Rechenaufwand benötigt.

FALTUNGSHALL



⁴ inverse Fast Fourier Transformation

Multieffektfaltung



Das Prinzip der Faltung wird durch Plugins wie Acustica Audios Nebula einen Schritt weitergeführt. Das Nebula System sampled Equipment mittels mehrerer Impulsantworten. Für eine am Frontpanel des Geräts eingestellte Stellung wird für verschiedene Eingangspegel die Impulsantwort des Gerätes gemessen. Diese werden dann dynamisch auf das Audiomaterial gefaltet d.h. dass das Plugin in Echtzeit zwischen den verschiedenen Impulsantworten für die dazugehörigen Eingangspegel interpoliert und das Ergebnis auf das Eingangssignal gefaltet wird.

Normale Faltungsplugins können dynamische Prozesse wie Kompressoren nicht sampeln, da diese nur eine „statische“ Impulsantwort nehmen, also den das Verhalten der Schaltung nur für einen Eingangspegel messen und anwenden. Ebenso sind Harmonische Verzerrungen der Geräte nur bei einem Eingangspegel in der Impulsantwort gespeichert. Das bedeutet dass das Sättigungsverhalten analoger Hardware nicht akkurat nachgebildet werden kann.

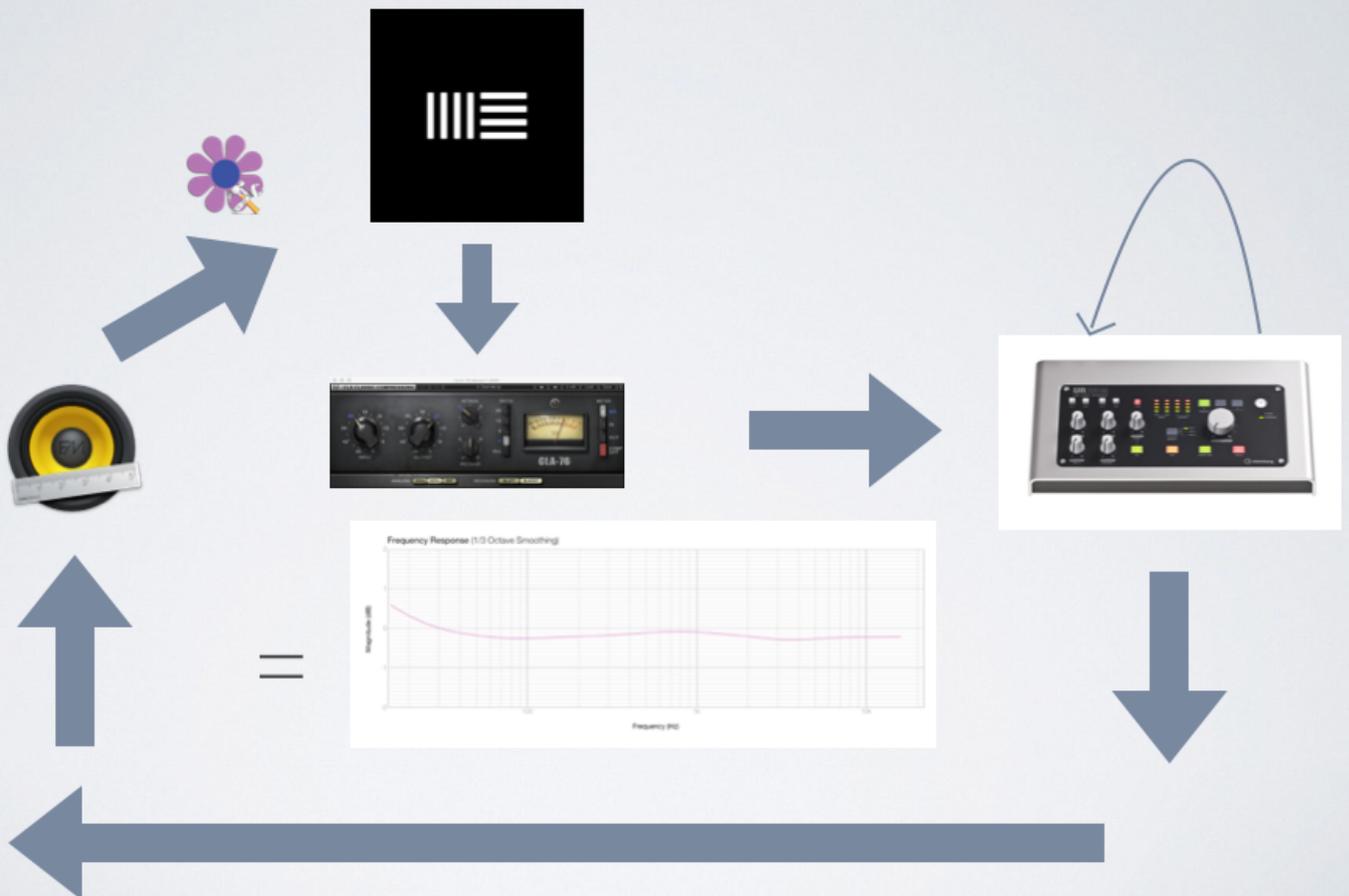
Nebula hingegen kann die Harmonischen Verzerrungen durch Interpolation zwischen den Impulsantworten für jeden Eingangspegel berechnen als auch Regelzeiten dynamischer Prozessoren.

Die daraus resultierende Reproduktion analoger Hardware ist bei korrekter Ausführung der Messung die beste, aber gleichzeitig die rechenintensivste.

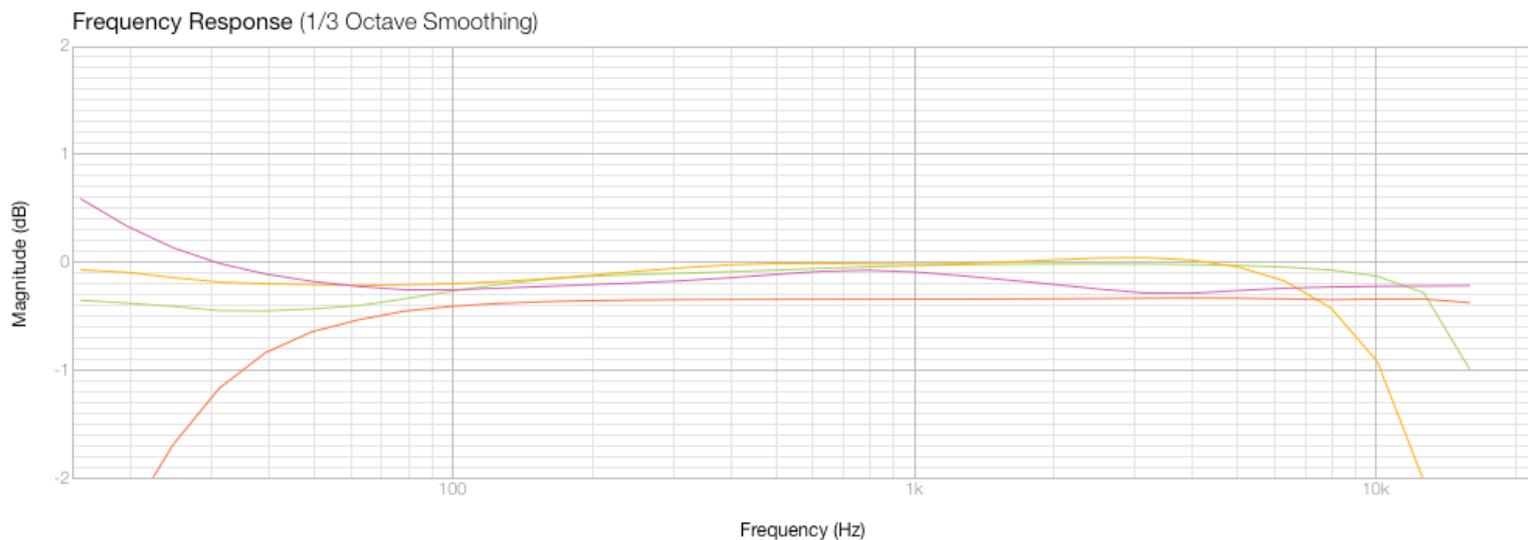
Hardware vs. Plugins - Versuchsaufbau

Um bei der Messung der Plugins keine Verfälschungen durch eine DA/AD Wandlung zu bekommen. Wurde die Messung folgendermaßen durchgeführt:

Das Messprogramm FuzzMeasure gibt einen 1 sekundigen Sinussweep von 20-20000 Hz ab. Dieser wird durch die Software Soundflower intern in Ableton Live geroutet. Ableton Live dient dabei als Plugin Host. Das durch das Plugin beeinflusste Signal wird an das USB Interface Steinberg Ur28M weitergegeben welches durch eine sogenannte Loopback Funktion den Ausgang ohne Wandlung am Eingang des Interfaces anlegt. Dieser Eingang wird dann in Fuzzmeasure aufgezeichnet und in entsprechende Frequenzdiagramme abgebildet.



I 176 Shootout



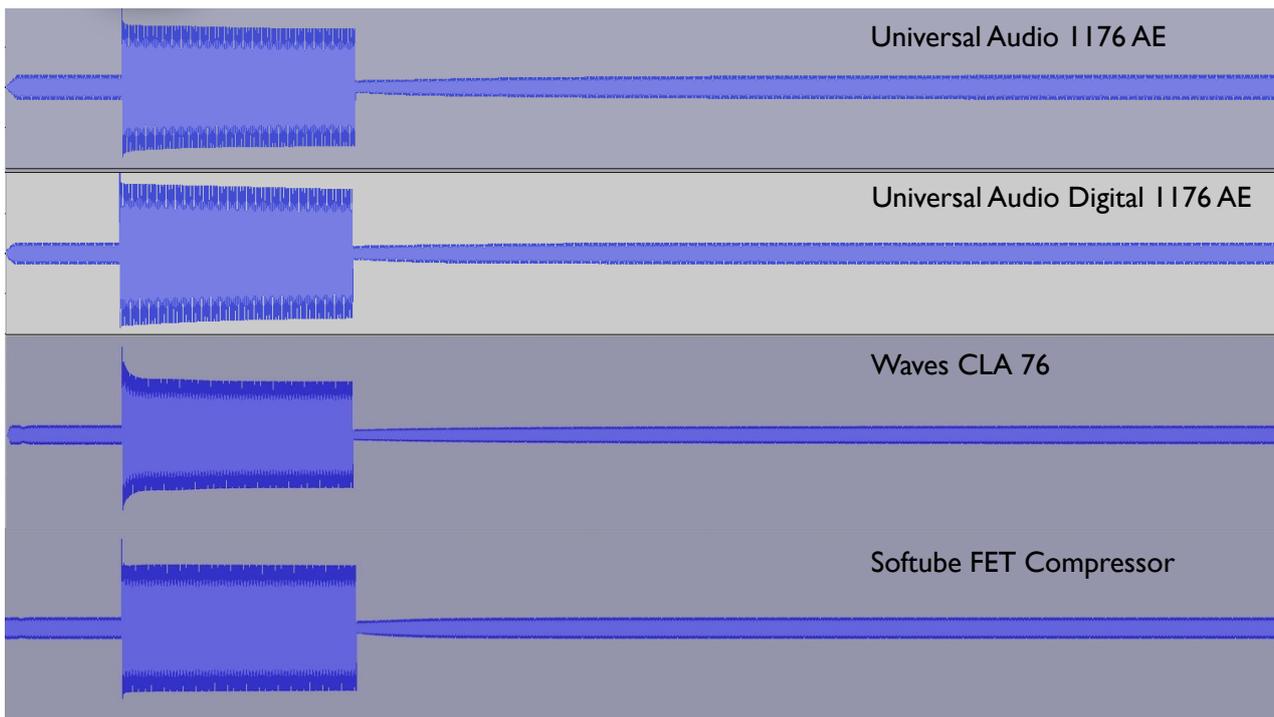
pink: Fg-I 16 rot: FET orange: CLA-76 Blue grün: CLA-76 Black

Die Frequenzgänge der Plugins ähneln sich in vielen Aspekten. Zwischen 100Hz und 10kHz haben alle Plugins einen relativ linearen Frequenzgang mit Abweichungen von höchstens 0.3dB. Bei den Waves CLA-76 sind jedoch ein Abfall ab 10kHz beziehungsweise bei der Blue Edition schon ab 4kHz zu erkennen. In den Bässen ist im Frequenzgang des des FET Compressors ein Rolloff ab ca. 80 Hz zur erkennen, während der Slate Fg-I 16 eine Anhebung ab 50Hz hat.

Regelzeiten

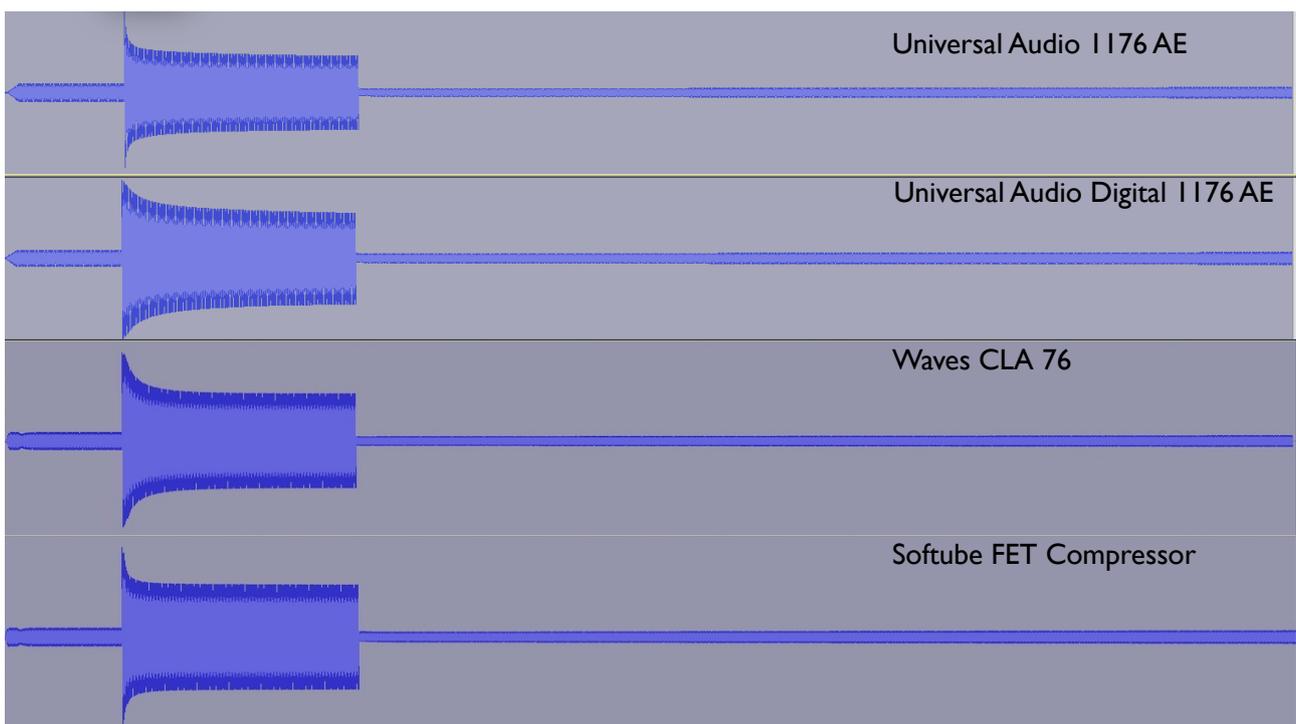
Das Testsignal besteht aus einem 1kHz Sinuston. Der zeitliche Verlauf des Testsignals ist 0.1sek bei -20dBFS - 0.2 sek bei 0dBFS - 0.8 sek bei -20dBFS. Der Kompressor wurde für 0dBFS bei einer Ratio von 4:1 auf eine Gain Reduction von -5dB eingestellt. Die Variablen stellen in diesem Vergleich die Attack und Release Zeiten dar.

schnelle Attack, schnelle Release



Man erkennt dass die Emulation des I 176AE der UAD Karte und der Softube FET Compressor sehr nah an den Regelzeiten des Originals sind. Lediglich der CLA 76 von Waves zeigt eine deutlich langsamere Attack- und Releasezeit.

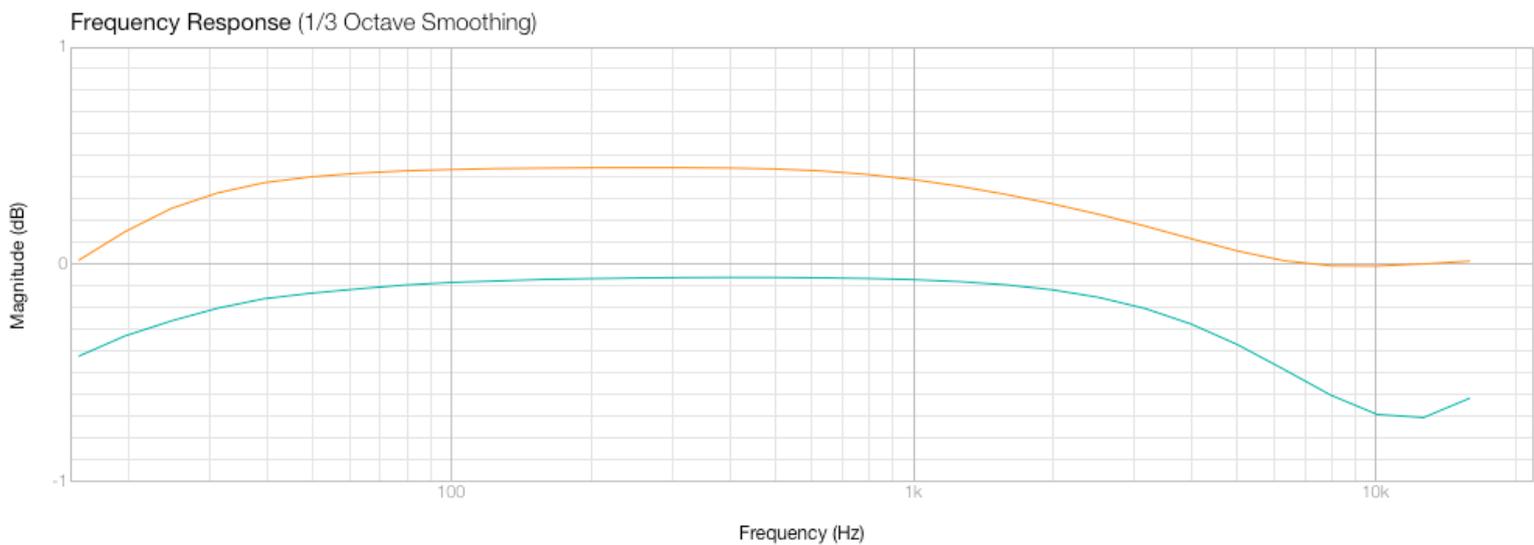
langsame Attack, langsame Release



In diesem Szenario sind alle Plugin Emulationen zu langsam. Der FET Compressor von Softube kommt dabei am nächsten an die richtige Regelzeit heran. Die viel zu langsame Attackzeit der UAD Emulation lässt sich auf einen Messfehler beziehungsweise auf die Sondereinstellung „SLO“ schließen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass vor allem der FET Compressor von Softube und der 1176 der UAD den Regelzeiten des Hardwaregeräts sehr nahe kommen. Der Waves CLA 76 zeigt insgesamt ein zu langsames Regelverhalten.

LA2A Shootout

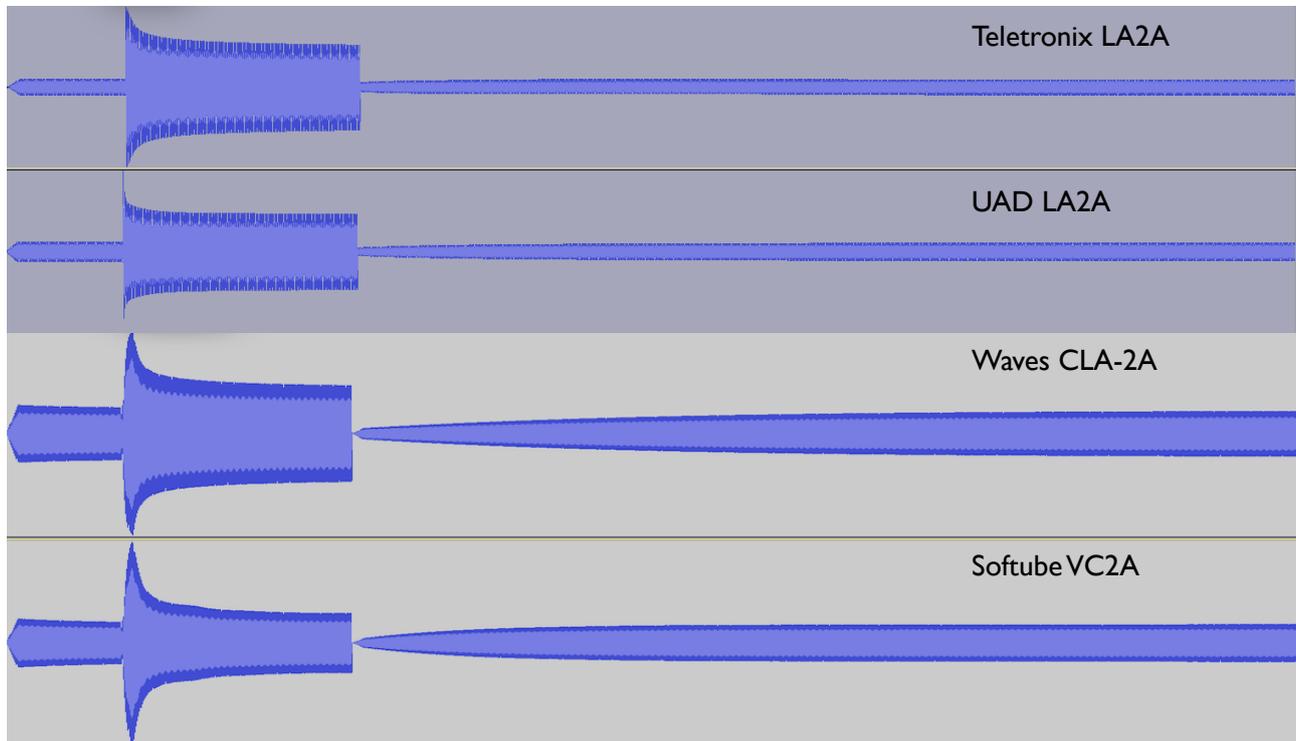


orange: Softube VC2A türkis: Waves CLA-2A

Die Frequenzgänge sind nahezu deckungsgleich. Lediglich verschiedene Gainstrukturen sind zu erkennen.

Regelzeiten

Das Testsignal besteht aus einem 1kHz Sinuston. Der zeitliche Verlauf des Testsignals ist 0.1 sek bei -20dBFS - 0.2 sek bei 0dBFS - 0.8 sek bei -20dBFS. Der Kompressor wurde für 0dBFS auf eine mittlere Gain Reduction eingestellt.



Abgesehen von der Skalierung der Wellenformen kann man erkennen, dass sowohl der Waves CLA-2A und der Softube VC2A dem Original Teletronix sehr nahe kommen. Hingegen hat UAD LA2A eine zu schnelle Attackzeit.

Hybride Arbeitsweise

Heutzutage arbeiten viele Toningenieure mit einer hybriden Arbeitsweise. Ein Beispiel hierfür sind die Horus Sound Studios in Hannover. Hier wird die analoge Technik mit der virtuellen Plugin-Welt vereint.

Pro Tools dient dabei in erster Linie als virtuelle Bandmaschine, die zuspiziert und aufnimmt. Dreh- und Angelpunkt des ganzen Workflows ist eine große ADT-Konsole. Bevor die Signale beim Mixing allerdings zum Pult geschickt werden, bearbeiten die Engineers die Signale vorab im Rechner. Das heißt in erster Linie, dass Resonanzen gezogen werden, Lowcut-Filter gesetzt werden und dass bereits an dieser Stelle leicht komprimiert wird. Außerdem werden die Signale sortiert und teilweise zusammengefasst, um mit der begrenzten Kanal-Anzahl des Pults zurecht zu kommen. So gibt es zum Beispiel in der Regel nur ein Kick- und ein Snare-Signal aus Pro Tools auf dem Pult. Die Abstimmung aus Top und Bottom etc. erfolgt dabei in der DAW.

Im Anschluss werden die verschiedenen, geordneten Signale auf die verschiedenen Kanäle des ADT-Pults geschickt (DA-Wandlung). Dort findet nun das „eigentliche“ Mixing statt: Es werden viele EQs und Kompressoren genutzt, alles wird im Panorama verteilt, Lautstärken werden angepasst und Effekte wie Delay und Reverb werden eingesetzt. Dabei wird hier verschiedenstes Outboard (analog und digital) über Inserts und Aux-Kanäle eingebunden. Auch die Automation erfolgt durch einen kleinen Computer direkt am Pult.

Danach wird die Summe über den Mix-Out des Pults wieder in Pro Tools aufgenommen und man hat das Ergebnis (AD-Wandlung).

Dies ist nur ein Weg, wie man alte Technik mit neuer verbinden kann, um den persönlichen Workflow zu optimieren. Durch die vielen neuen Geräte und Tools verschiedenster Hersteller, gibt es hier eine Menge Möglichkeiten sich „auszutoben“.

Softube Console I

Die Console I von dem schwedischen Hersteller Softube verkörpert eine Kombination aus Software und Hardware. In erster Linie handelt es sich dabei um ein Plugin, welches in jeden Channel der DAW geladen wird und so analoge Channel-Strips eines Mischpults emuliert. Die verschiedenen Elemente (EQ, Kompressor, Lautstärke, etc.) können mit dem zugehörigen Hardware-Controller gesteuert werden. Mit diesem Gerät soll der Nutzer das Gefühl eines „analogen“ Workflows durch einen dedizierten Controller bekommen. Man muss also nicht mehr auf den Bildschirm schauen, wenn man mischt. Allerdings funktioniert dies nur mit den Softube-eigenen Plugins. Bisher wurden für die Console I nur die folgenden Mischpulte emuliert, es sollen aber weitere folgen: SSL XL 9000 K und SSL SL 4000E.

Kemper Profiling Amp

Ein Hybrid in eine andere Richtung stellt der Kemper Profiling Amp dar. Er emuliert Gitarren-Verstärker und Effekte. Das Besondere an dem Gerät ist, dass dies jeder selbst zuhause machen kann.

Das Gerät arbeitet dabei mit Impulse-Responses.

Die Gitarre wird an den Input des Geräts angeschlossen. Über den Direct Out/Send wird das Signal dann an den zu emulierenden Referenz-Verstärker weitergeleitet. Die angeschlossene Gitarren-Box wird dann wie gewohnt mit einem Mikrofon (beispielsweise ein Shure SM57) abgenommen, das über XLR mit dem Return des Kemper Amps verbunden wird. Über die Main-Outs kann man nun das Ausgangssignal abhören. Man kann dabei später auch zwischen dem Originalsignal und dem Emulierten hin und her wechseln.

Startet man nun den Profiling-Prozess, läuft ein Messvorgang ab, während dem der Kemper Amp Testsignale an den zu emulierenden Verstärker sendet. Diese Signale erkunden nun das dynamische Spektrum und die Reaktionsweise des Referenz-Amps. Dies dauert circa eine Minute. Im Anschluss ist der Emulations-Vorgang abgeschlossen und man kann sich das Ergebnis im A/B-Vergleich anhören.

Der Kemper Profiling Amp ist sowohl für den Studio- als auch für den Live-Gebrauch entwickelt worden.

Der Erfinder des Geräts ist der Deutsche Christoph Kemper, der bereits im Vorfeld durch die Entwicklung des „Access Virus Synth“ für Aufmerksamkeit gesorgt hatte.

Pro & Contra Hardware

PRO	Contra
Gute Haptik	Anfällig für Reparaturen
Wertstabil	hoher Preis
Jedes Gerät klingt etwas anders	Jedes Gerät klingt etwas anders
Analog Flair	keine sinnvolle Mehrfachnutzung möglich

Pro & Contra Plugins

PRO	Contra
Total Recall	Schlechtes Handling
Kostengünstiger	Erfordert große Rechenpower - Latenz
Mehrfachnutzung möglich	
Benötigt kaum Platz	
jedes Plugin klingt gleich	jedes Plugin klingt gleich
keine Instandhaltungskosten	Verlieren schnell an wert

Quellen

- <http://www.soundonsound.com/sos/aug10/articles/modelling-plugins.htm>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Faltungshall>
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Faltung_\(Mathematik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Faltung_(Mathematik))
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Plug-in#Audio-Plug-ins>
- https://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/Hardware_vs_Plugins.pdf
- <http://www.eti.hfm-detmold.de/lehraktiv/bachelorarbeiten/pdf-dateien/Bachelorarbeit%20Guido%20Hahnke.pdf>
- <https://www.soundonsound.com/sos/feb10/articles/analoguewarmth.htm>
- https://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/_Digitale_Filter.pdf