

# **NEURAL AMP MODELER**

Eine technische Anleitung  
zur Verwendung

Ing. Roman Zsalcsik

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung für Ungeduldige.....	3
Spielen.....	3
Capturing.....	3
Einleitung.....	4
DI-Boxen und Audio Interfaces.....	4
Eingangsimpedanzen.....	4
Exkurs: Eingangsimpedanzen von Gitarrenverstärkern.....	4
Exkurs: Pickups, Tone-Poti und Gitarrenkabel.....	5
DI-Boxen.....	8
Verzerrungen.....	8
Audio Interfaces.....	10
Einpegeln.....	10
Rauschen.....	11
Definierter Eingangspegel am Plug-In.....	12
Capturing.....	13
Was wird benötigt.....	14
Audio Interface.....	14
Digital Audio Workstation.....	14
Reamp-Box.....	14
Loadbox.....	14
Multimeter.....	14
Einpegeln.....	15
Exkurs: Optimaler Eingangspegel am Gitarrenverstärker.....	15
Praxisbeispiel.....	18
Reamper.....	19
Snapshot erstellen.....	19
Metadatenfelder "input_level_dbu" und "output_level_dbu".....	20
Hintergrund.....	20
Anmerkungen.....	20
Benötigte Geräte.....	21
Verfahren.....	21
Vorsicht: Die „Return Level Calibration“ ist nicht das, was du möglicherweise denkst.....	25
Eintragen der Kalibrierung in die Metadaten.....	26
Ein Hinweis für die Aktualisierung alter Modell Dateien.....	27
Tipps und Tricks.....	27
Effekte.....	27
Lautsprecher.....	28
Grenzen dieser Technologie.....	28
Verzerrung und EQ.....	28
Zeit basierende Effekte.....	30
Über den Autor.....	30

# Zusammenfassung für Ungeduldige

## Spielen

1. Verwende eine DI-Box mit hoher Eingangsimpedanz oder ein Audiointerface mit Instrumenten- oder Hi-Z Eingang.
2. Schlage deine Gitarre an so stark du kannst, pegle dein Interface so ein, dass es gerade nicht clippt.
3. Lade dein gewünschtes Modell und drehe den Inputregler im NAM-GUI ganz runter.
4. Erhöhe nun den Inputpegel bis sich das gewünschte Maß an Verzerrung einstellt.
5. HAVE FUN!

## Capturing

1. Lade die entsprechende Trainingsdatei runter. „input.wav“
2. Richte deine DAW so ein, dass du die Trainingsdatei über eine geeignete Reamp-Box (z.B. Radial X-Amp) ausgeben kannst. Projekteinstellungen 48 kHz, 24 bit.
3. Äußerst wichtig ist ein möglichst hoher Ausgangspegel der Reamp-Box, dreh sie voll auf!
4. Hänge den Lautsprecherausgang an eine geeignete Loadbox. Achte darauf, dass die Loadbox einen möglichst linearen Frequenzgang ausgibt. (Ev. Filter und Lautsprechersimulationen deaktivieren.
5. Du kannst auch den Line-Ausgang deines Verstärkers verwenden. Für "High-Gain-Modern-Metal"-Sounds wahrscheinlich ausreichend. Wer aber einen "Vintage"-Sound mit Endstufenzerre modellieren möchte, sei eine Loadbox ans Herz gelegt. "Recording compensated"-Ausgänge sind ungeeignet.
6. Alternativ kannst du den Lautsprecher mit einem Mikrofon abnehmen. Das verhindert aber dann nachträglich die Flexibilität, alternative Lautsprechersimulationen (IRs) zu verwenden.
7. Pegle dein Interface so ein, dass es grade nicht clippt.
8. Trainingsdatei abspielen und gleichzeitig aufnehmen.
9. Trimme das aufgenommene Audio-Event so, dass es samplegenau die selbe Länge wie die Trainingsdatei hat.
10. Exportiere das aufgenommene Amp-Signal als „output.wav“. Mono, 48 kHz, 24 bit.
11. Lade beide Dateien auf:  
<https://colab.research.google.com/github/sdatkinson/NAMTrainerColab/blob/main/notebook.ipynb>  
oder  
<https://www.tonezone3000.com/> (einfachere Option) hoch und lass dein Modell berechnen. Wähle den Wert „Epochs“ nicht zu hoch, irgendwann macht es keinen Sinn mehr. Bei Tonezone wird die Option „Best Fit“ empfohlen.

# Einleitung

Bei einer Diskussion in einem Recording-Forum wurde ich gebeten, die "ultimative deutschsprachige und idiotensichere Anleitung" zu schreiben. Sie ist leider etwas länger geworden, da ich einige elektrotechnische Zusammenhänge genauer erläutern möchte. In den Weiten des Internets geistern leider viele falsche Behauptungen, Halbwissen und Voodoo, vor allem bei der Audiothematik, herum. Selbsternannte Gurus geben da ihre Thesen ohne Beweis zum Besten. Dies bleibt oft unwidersprochen und wird dann als vermeintliche Tatsache weiterverbreitet. Ich bin für konstruktive und fundierte Kritik gerne offen. Irrtümer vorbehalten.

Schreibt ein E-Mail an: [roman@roman-records.at](mailto:roman@roman-records.at)

Viele erklärte Vorgehensweisen gelten auch für andere Amp-Modeling-Plug-Ins oder gar Analog-Modeling-Plug-Ins.

## DI-Boxen und Audio Interfaces

Auf dem Markt gibt es zig verschiedene passive und aktive DI-Boxen, bei Preisspannen von unter 20€ bis über 1000€. Für unsere Zwecke sind passive DI-Boxen ungeeignet. Wie gut sind High-End-Röhren-DIs und warum?

## Eingangsimpedanzen

Als Faustregel gilt, Eingänge für E-Gitarren sollten möglichst eine Eingangsimpedanz von ca. 1 M $\Omega$  haben. Es gibt Gitarrenverstärker, die nur 500 k $\Omega$  haben oder gar 2 M $\Omega$ , beides in Ordnung. Darunter wird man mit Klangeinbußen rechnen müssen. Warum?

## Exkurs: Eingangsimpedanzen von Gitarrenverstärkern

Betrachten wir nun einige Eingangsstufen von gängigen Gitarrenverstärkern.

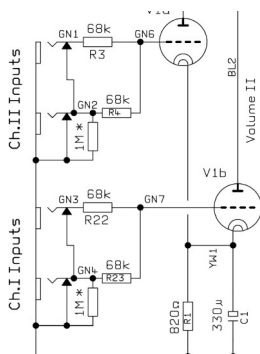


Abb. 1: Marshall JTM 45

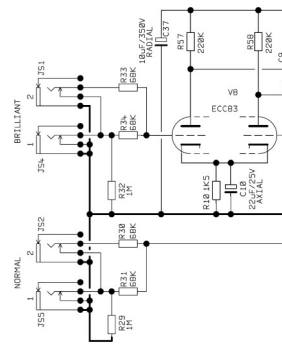


Abb. 2: VOX AC 30

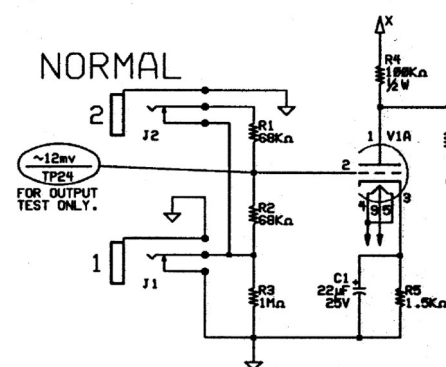


Abb. 3: Fender Twin Reverb

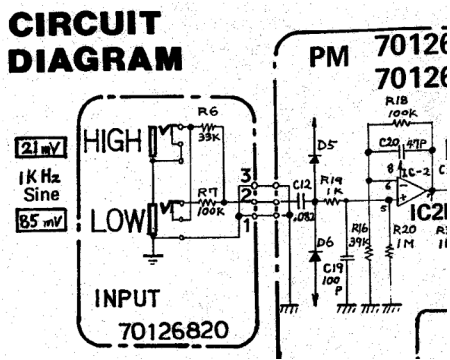


Abb. 4: Roland JC-120

Die Abbildungen 1-3 zeigen Auszüge von Schaltplänen von Röhrenverstärkern. Bei allen drei ist immer gleich am Eingang ein 1 MΩ Widerstand gegen Masse ersichtlich. Dieser definiert in der Regel die Eingangsimpedanz. Weitere Widerstände fallen aufgrund ihres, im Verhältnis viel geringeren Wertes, wenig ins Gewicht.

Abbildung 4 zeigt einen Transistorverstärker, der statt einer Röhre einen nicht-invertierenden Operationsverstärker als erste Verstärkungsstufe verwendet. Auch hier ist ein 1 MΩ Widerstand gegen Masse ersichtlich.

Aufgrund dieser Beispiele kann man sagen, dass die gängige Eingangsimpedanz bei 1 MΩ liegt. Dies sollte man auch berücksichtigen, wenn man die E-Gitarre direkt per DI-Box oder Audio Interface einspielt. Vor allem eine niedrigere Eingangsimpedanz kann das Gitarrensinal ungünstig beeinflussen. Warum?

## Exkurs: Pickups, Tone-Poti und Gitarrenkabel

Die Tonabnehmer nehmen die Schwingungen der Saiten auf und wandeln diese in eine elektrische Spannung um. Anschließend durchläuft das Signal ein Netzwerk aus Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten, die zusammen in erster Linie einen Tiefpass mit Resonanz bilden.

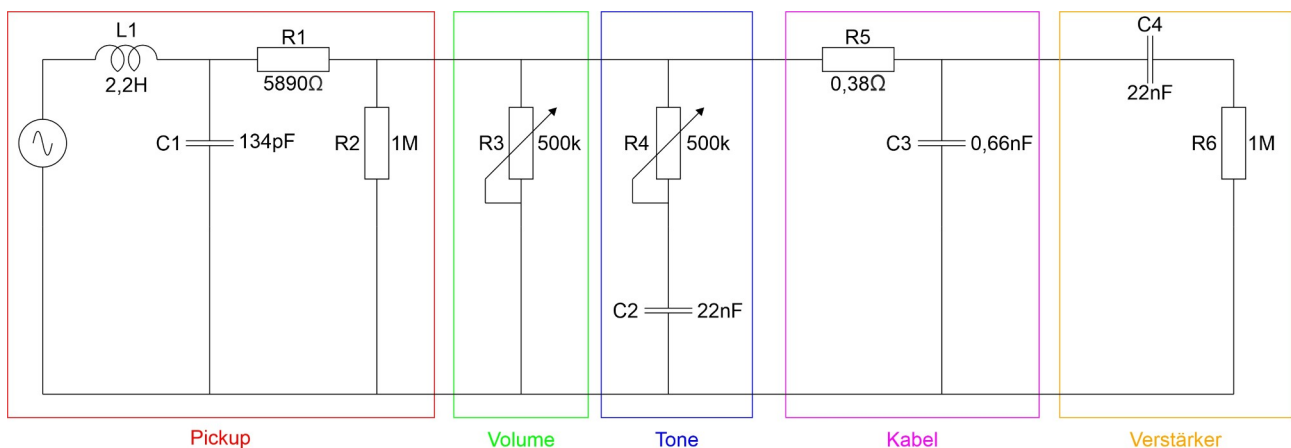


Abb. 5: Ersatzschaltbild, Pickups, Volume, Tone, Kabelkapazität und Eingangsimpedanz

- L1 Induktivität des Pickups
- C1 Kapazität des Pickups
- R1 Ohmscher Widerstand des Pickups
- R2 Verluste durch Magnetfelder im Pickup, dargestellt als Ohmscher Widerstand
- R3 Volume Poti

- R4    Tone Poti
- C2    Kondensator der Toneschaltung
- R5    Ohmscher Widerstand des Gitarrenkabels
- C3    Kapazität des Kabels
- C4    Kopplungskondensator im Gitarrenverstärker (ist nicht bei jedem Modell vorhanden)
- R6    Ohmsche Last des des Eingangs

Diese Werte sind typische Werte, bzw. wurden real gemessen. Gewisse Vereinfachungen wurden vorgenommen. Sehen wir uns eine Simulation der Schaltung mit der Software SPICE an.

Simuliert wurden 3 Verschiedene Eingangsimpedanzen,  $R6 = 1\text{ M}\Omega$ ,  $220\text{ k}\Omega$  und  $60\text{ k}\Omega$ . Volume und Tone Regler sind voll aufgedreht.

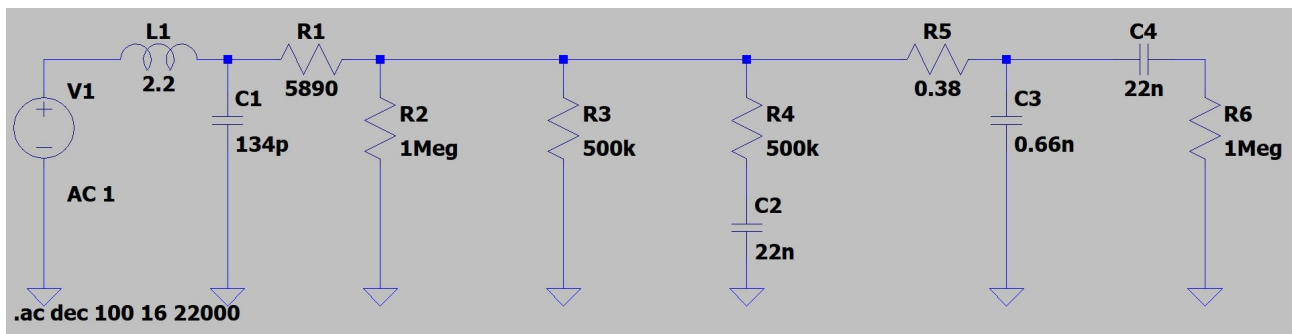


Abb. 6: Schaltbild der Simulation

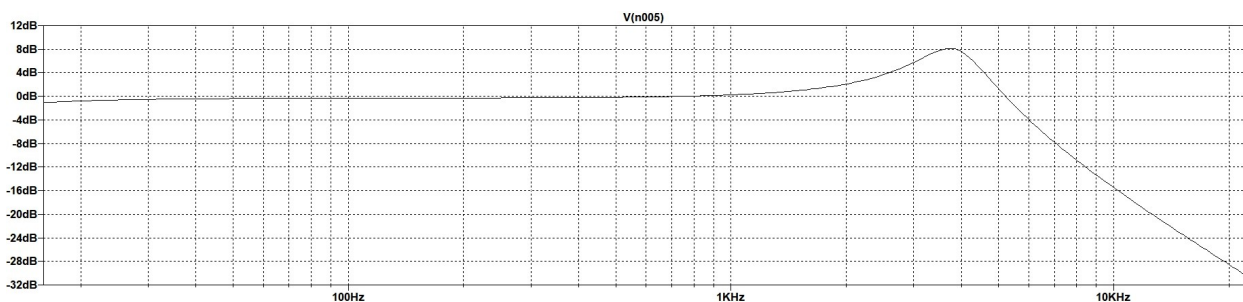


Abb. 7: Frequenzgang bei  $R6 = 1\text{ M}\Omega$

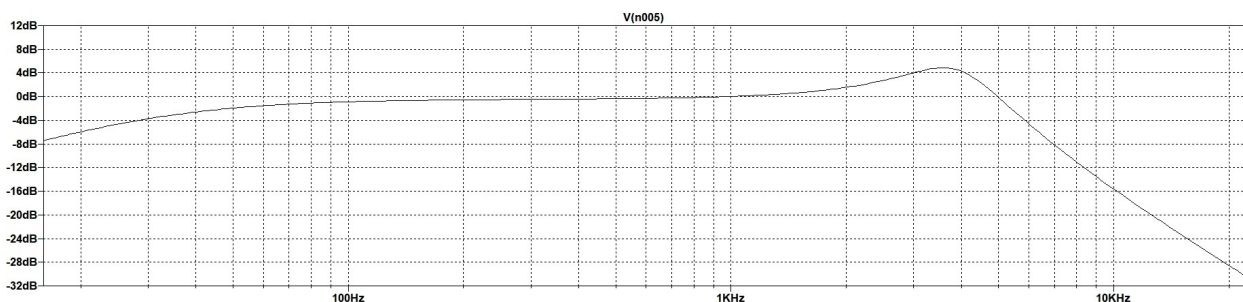


Abb. 8: Frequenzgang bei  $R6 = 220\text{ k}\Omega$

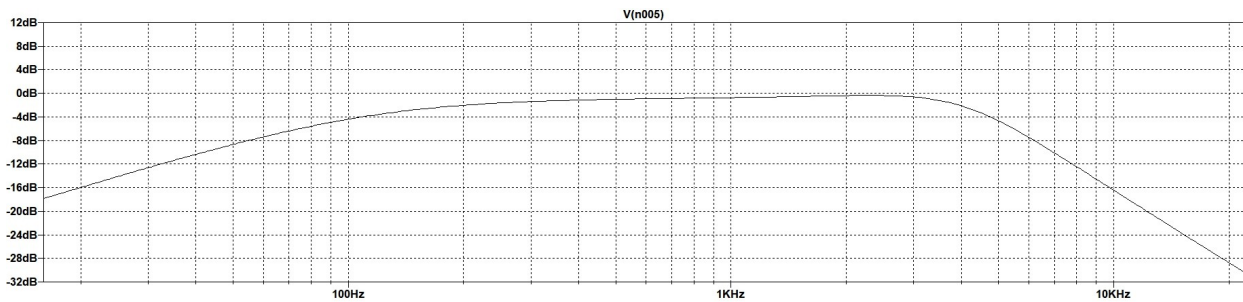


Abb. 9: Frequenzgang bei  $R_6 = 60 \text{ k}\Omega$

In Abb. 7 sehen wir einen typischen Frequenzgang einer E-Gitarre, angeschlossen an einem typischen Gitarrenverstärker. Die Bässe sind nicht beschnitten und die typische Resonanzüberhöhung des Tiefpasses ist ersichtlich.

Verringern wir nun die Eingangsimpedanz des Verstärkers oder der DI-Box auf  $220 \text{ k}\Omega$ , siehe Abb. 8, stellen wir schon eine minimale Dämpfung im Bassbereich (ca.  $-1 \text{ dB}$  bei  $80 \text{ Hz}$ ) fest. Weiters sinkt der Pegel der Resonanzspitze um ca.  $3 \text{ dB}$ . Diese Änderungen werden kaum hörbar sein, da gutes menschliches Gehör erst generelle Lautstärkeänderungen ab ca.  $0,5 \text{ dB}$  wahrnimmt, aber keine schmalen Frequenzbereiche in einem breitbandigen Signal.

Merklich anders verhält es sich, wenn wir nun die Eingangsimpedanz auf  $60 \text{ k}\Omega$  verringern. Die Bässe werden bei  $80 \text{ Hz}$  um  $5,5 \text{ dB}$  gedämpft. Die Resonanzspitze ist zur Gänze verschwunden.

Die Impedanzwerte wurden lt. Datenblättern von DI-Boxen gewählt, die ich selbst im Einsatz habe.

Anmerkung: Die Simulation gilt nur für E-Gitarren mit passiven, magnetischen Tonabnehmern. Bei aktiven Tonabnehmern geschieht die Impedanzanpassung bereits in der Gitarre, diese könnten auch an eine passive DI-Box angeschlossen werden.



Abb. 10: BSS AR-133,  $Z_i = 1 \text{ M}\Omega$ ; Radial J48,  $Z_i = 220 \text{ k}\Omega$ ; Palmer PAN 01,  $Z_i = 60 \text{ k}\Omega$

Es zeigt sich, dass z.B. die BSS DI-Box perfekt für das direkte Aufnehmen einer E-Gitarre geeignet ist. Die Radial DI-Box ist immer noch brauchbar, man muss aber schon mit geringen Signalverlusten rechnen. Als gänzlich ungeeignet erweist sich die passive Palmer DI-Box. Passive DIs sollten in der Regel nur für Line-Ausgänge verwendet werden, z.B. Keyboards.

## DI-Boxen

Eine kleine Liste beliebter DI-Boxen:

BSS AR-133	$Z_i = 1\text{ M}\Omega$	perfekt geeignet
Country Man DT85	$Z_i = 10\text{ M}\Omega$	perfekt geeignet, schon etwas übertrieben
Behringer DI20	$Z_i = 250\text{ k}\Omega$	geeignet
Behringer DI100	$Z_i = 250\text{ k}\Omega$	geeignet
Radial J48	$Z_i = 220\text{ k}\Omega$	geeignet
Palmer PAN 01	$Z_i = 60\text{ k}\Omega$	ungeeignet

## Verzerrungen

Jedes elektronische Bauteil weist, in einem gewissen Maße, ein nicht lineares Verhalten auf, dies macht sich durch Verzerrungen bemerkbar. Vor allem verstärkende Bauteile sind betroffen. Transistoren weisen in einem gewissen Bereich eine nahe zu gerade Kennlinie auf, Röhren haben immer eine leichte Krümmung der Kennlinie.

Beispiel Klirrfaktor Vergleich zweier Vorverstärker anhand der Datenblätter:

RME QuadMic THD < 0,0005 %

Avalon U5 THD < 0,5 %

Der Klirrfaktor ist bei dem Röhrengerät um den Faktor 1000! höher als beim Transistorgerät. OK... Wir müssen die Kirche im Dorf lassen, die 0,5% sind gerade im Bereich der Wahrnehmungsschwelle. Trotzdem würde ich das verzerrungsfreiere Gerät für unseren Zweck bevorzugen. Die Verzerrung fügen wir kontrolliert mit unserem Amp Modeler hinzu.

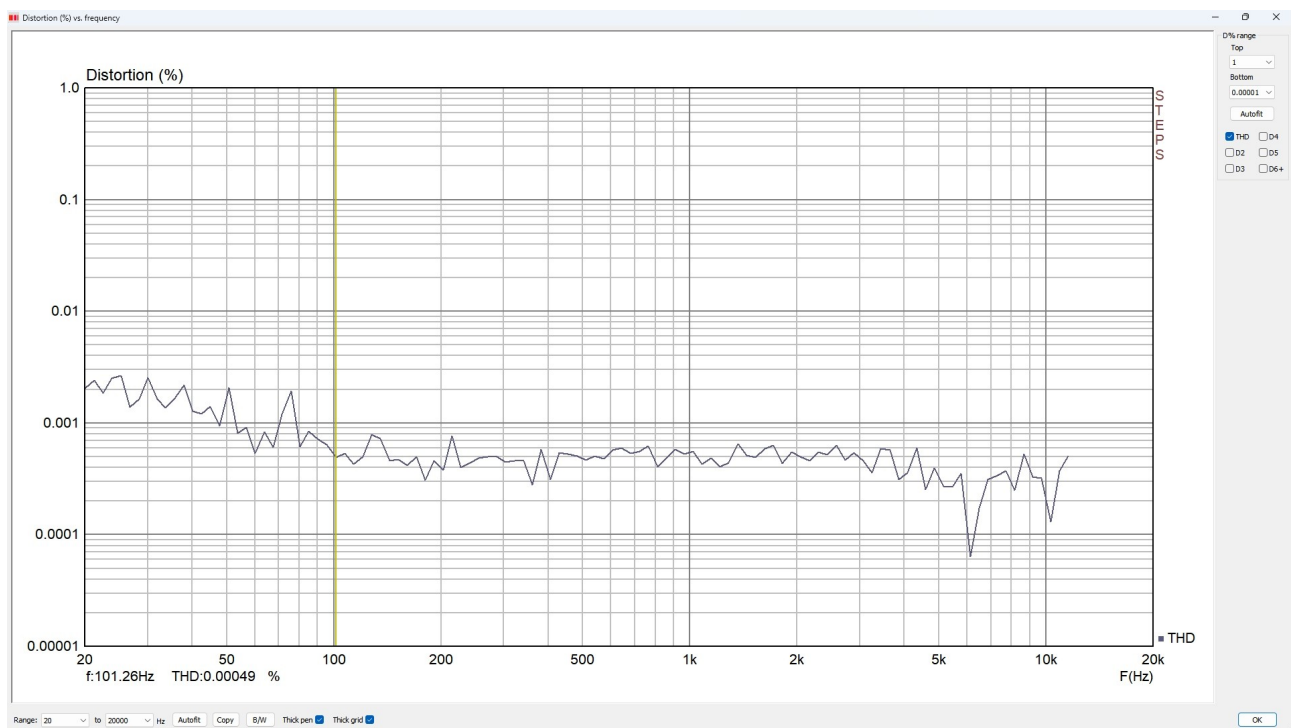


Abb. 11: Zerrverhalten über den Frequenzbereich MOTU 2408mk3



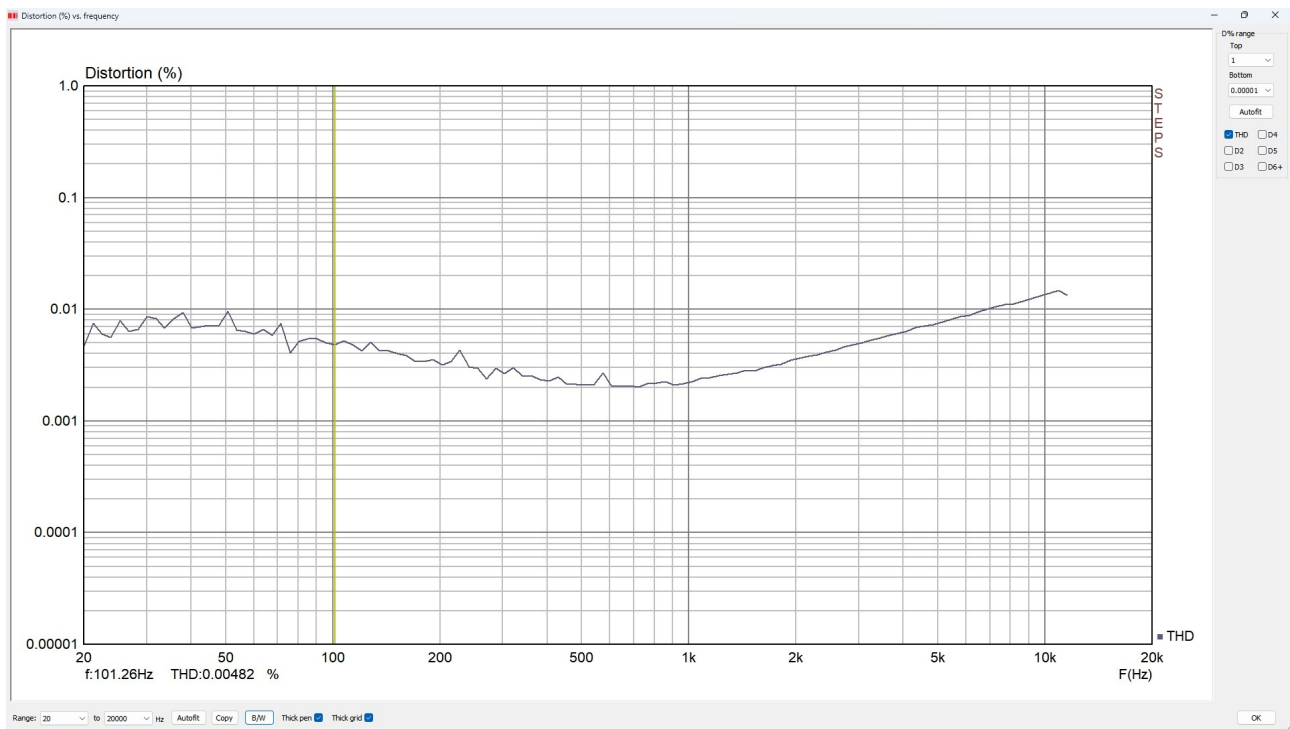


Abb. 12: Zerrverhalten über den Frequenzbereich RME QuadMic

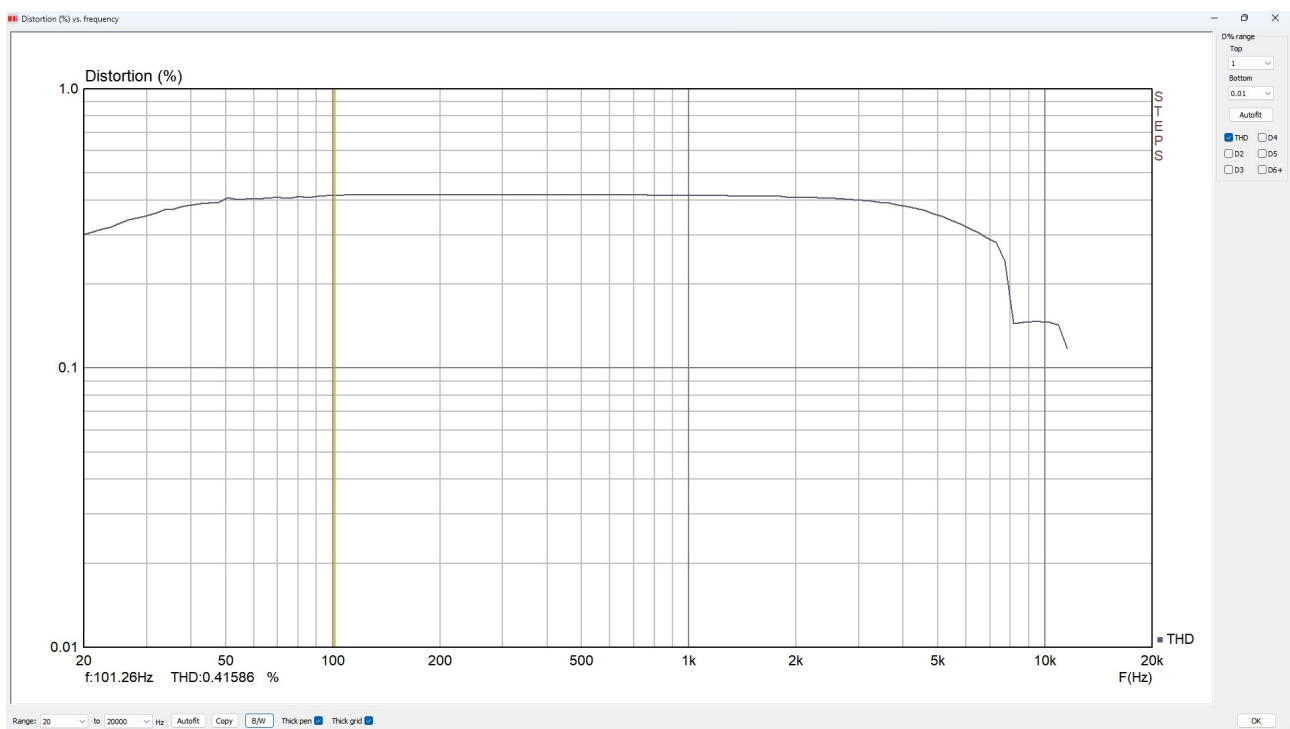


Abb. 13: Zerrverhalten über den Frequenzbereich Aphex 207D

Die Abbildungen zeigen den Klirrfaktor über den Frequenzbereich, gemessen mit der Software ARTA. Zuerst wurde das Audio Interface selbst gemessen. Dieser Wert muss von den beiden folgenden Messungen abgezogen werden. Die Verzerrungen des Audio Interfaces selbst sind aber wahrscheinlich ziemlich irrelevant, da diese am Rande des Messbaren mit dem verwendeten Equipment liegen. RME ist doch nicht so gut wie im Datenblatt angegeben, trotzdem noch sehr gut. Da ich mir kein Avalon-Gerät leisten kann ;-), musste mein Aphex 2007D Röhren Vorverstärker für die Messung herhalten. Dieser hat einen Mikrofon- und einen Instrumenten-Eingang mit 1 MΩ

Eingangsimpedanz. Gemessen wurde der Instrumenten-Eingang. Im Datenblatt wird der Klirrfaktor mit  $<0.18\%$  angegeben. Auch hier zeigt die reale Messung, dass dieser höher ist. Wir sind hier aber noch unter der Wahrnehmungsgrenze und es wird daher wahrscheinlich keine Rolle spielen. Wer auf ein möglichst hochwertiges Signal Wert legt, nimmt keine „High-End“ Röhren DI oder Vorverstärker.

## Audio Interfaces

Viele Interfaces bieten aus oben genannten Gründen einen Instrumenten- oder Hi-Z Eingang an. Bei den viel verwendeten Focusrite Scarlettts können beispielsweise die Klinkeneingänge zwischen Instrument ( $Z_i = 1\text{ M}\Omega$ ) und Line ( $Z_i = 60\text{ k}\Omega$ ) umgeschaltet werden. Auch günstigere Audio Interfaces haben einen hervorragenden Klirrfaktor. Siehe Abbildung 14.

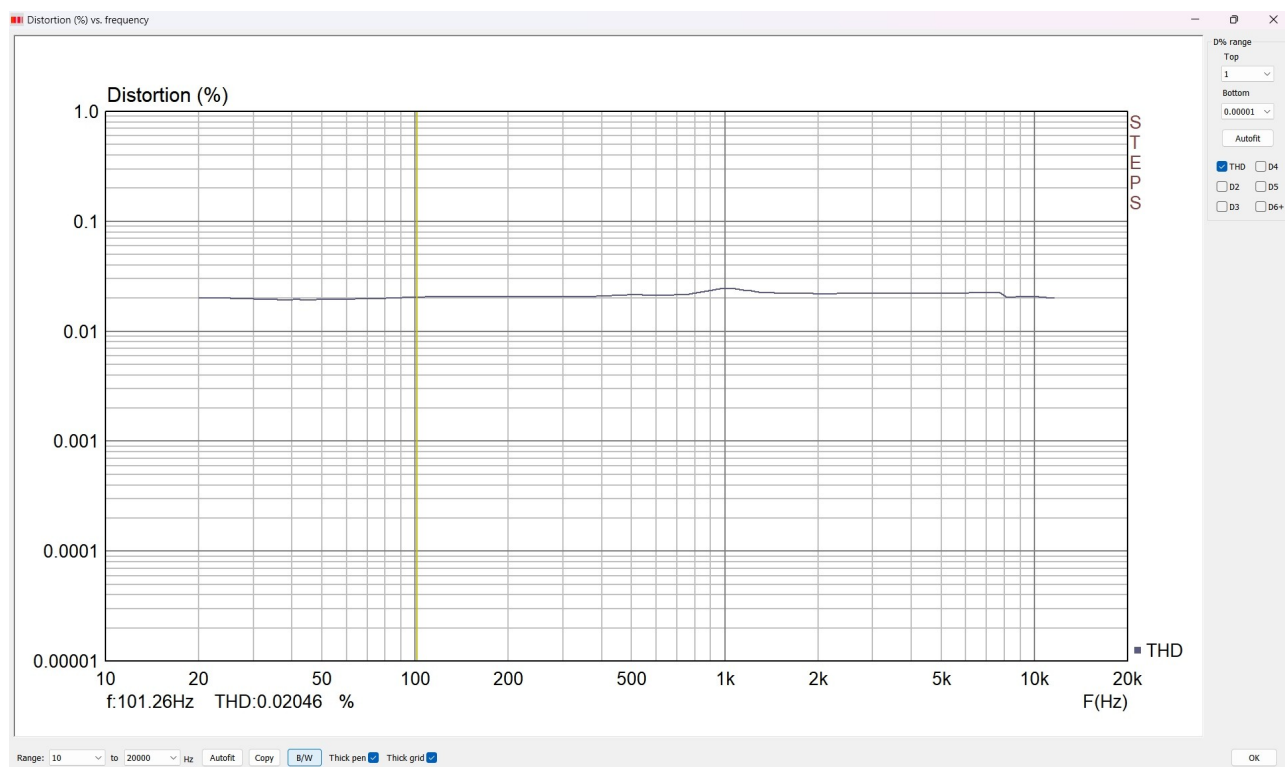


Abb. 14: Zerrverhalten über den Frequenzbereich Focusrite Scarlett 2i4 1st Gen.

## Einpegeln

Meinen Wahrnehmungen nach ist das richtige Einpegeln ein großes Mysterium. Was ist der richtige Arbeitspunkt meines Amp Modelers? In den Weiten des Internets lassen sich diverse Anleitungen oder gar Tabellen für die richtige Gain-Einstellung des Audio Interfaces finden.

Es geistert z.B. eine Tabelle herum, in der behauptet wird, dass man den Gainregler des Audio Interfaces auf Linksanschlag drehen und nach den Tabellenwerten den Pegel digital in der DAW anheben soll. Diese Vorgehensweise ist aus mehreren Gründen nicht vorteilhaft. Erstens der Signal-Rausch-Abstand wird verringert, zweitens wird die Auflösung des Analog-Digital-Wandlers nicht optimal ausgenutzt. Wobei zweiterer Effekt, vor allem bei 24 bit Auflösung, kaum ins Gewicht fällt.

Zum Test wurde der kurzgeschlossene Eingang eines Focusrite Scarlett 2i4 aufgenommen. Einmal Gain auf Linksanschlag, anschließend wurde eine Verstärkung von +20 dB eingestellt.

# Rauschen

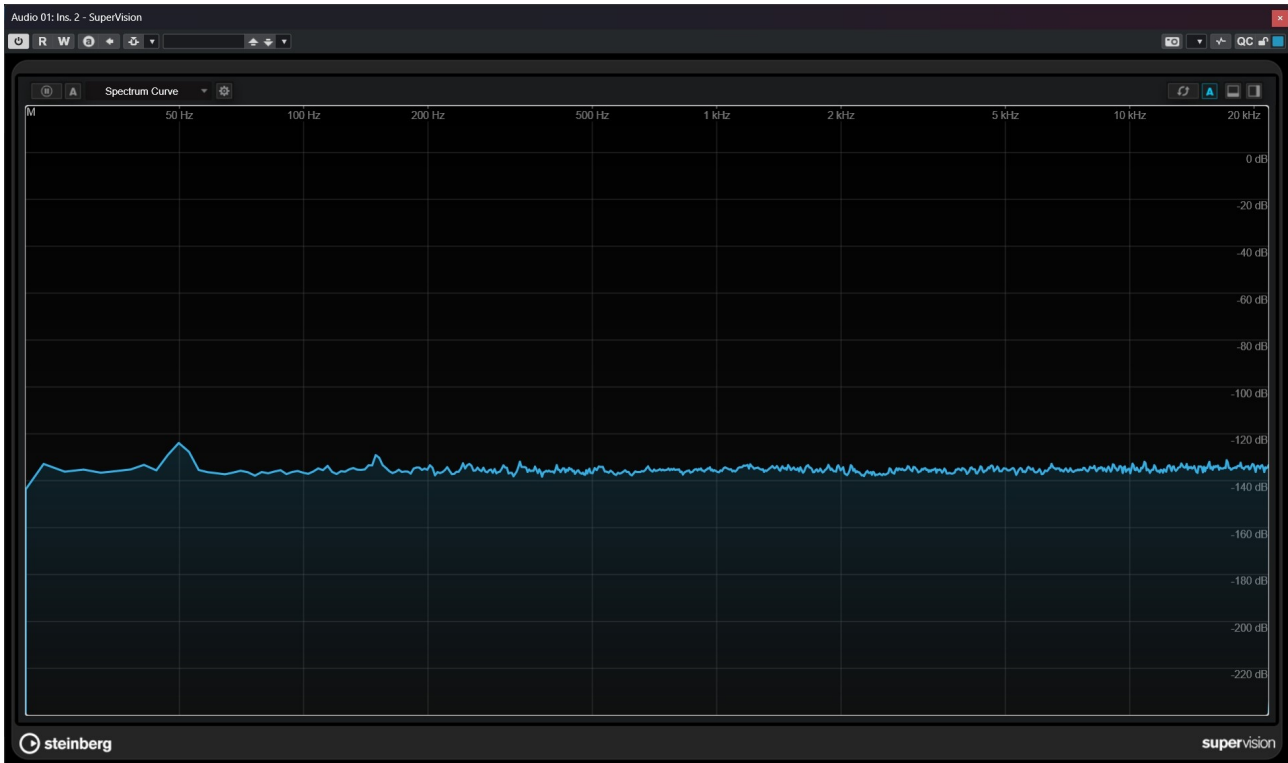


Abb. 15: Rauschen +20dB analog



Abb. 16: Rauschen +20dB digital

Abbildung 5 zeigt den Rauschteppich des Interfaces bei Gain-Einstellung +20 dB. In Abbildung 6 wurde der Gainregler am Interface auf Linksanschlag gedreht, dann wurde in der DAW per NAM-Plug-In mittels des Inputreglers das Signal um +20 dB angehoben. Wir beobachten, dass der Rauschpegel im ersten Fall durchschnittlich bei ca. -130 dBFS liegt und bei der digital angehobenen

Variante 10db höher bei ca. -120 dBFS ist. Das ist eine Verdreifachung! Eine notwendige Anhebung um +15 dB kann durchaus realistisch sein. Das ist ca. der Wert, der zwischen einer Strat und einer Les Paul mit aktiven Pickups liegt. Wenn nun jemand glaubt, er hat ein Super Duper Interface mit geringerem Eigenrauschen, als das für den Test Herangezogene, sei gesagt, auch weniger Rauschen wird angehoben. Nachher haben wir noch viele virtuelle Verstärkerstufen in der Kette. Hier wird das Rauschen auch nochmals massiv angehoben. Aus diesem Grund sollte das Rauschen am Eingang möglichst gering sein und wir sollten auf einen möglichst hohen Signal-Rausch-Abstand achten.

Wie pegeln wir nun richtig ein?

Schlage deine Gitarre so stark du kannst an, pegle dein Interface so ein, dass es grade nicht clippt.

Wie finden wir den richtigen Pegel für unseren Amp Modeler?

Lade dein gewünschtes Modell und drehe den Inputregler im NAM-GUI ganz runter. Erhöhe nun den Inputpegel, bis sich das gewünschte Maß an Verzerrung einstellt.

So einfach ist es...

## Definierter Eingangspegel am Plug-In

Will man einen ungefähren „definierten“ Eingangspegel am Eingang des Plug-Ins haben, kann man die „Tabellen-Methode“ anwenden. Man nimmt die o.a. Nachteile in Kauf. Der Autor hat auch nur Werte der Datenblätter zusammengefasst. Die realen Werte können beim eigenen Interface aufgrund von Bauteiltoleranzen abweichen. Ob dies für einen selbst relevant ist, muss jeder für sich entscheiden.

Instrumenten-Eingänge	
Dynamikbereich	105 dB, A-gewichtet
Signalrauschabstand	105 dB, A-gewichtet
Frequenzgang	20 Hz – 20 kHz, $\pm 0,1$ dB
Klirrfaktor	<0,0025% (A-gewichtet, 16 dB Gain am Eingang, -1 dBFS Ausgang, gefiltert von 20 Hz – 22 kHz)
Max. Eingangspegel für 0 dBFS	+3 dBu (min. Gain, Pad inaktiv)
Max. Eingangspegel für 0 dBFS	-50 dBu (max. Gain, Pad inaktiv)
Max. Eingangspegel für 0 dBFS	+12 dBu (min. Gain, Pad aktiv)
Max. Eingangspegel für 0 dBFS	-40 dBu (max. Gain, Pad aktiv)

Abb. : 17: Auszug aus dem Datenblatt, Focusrite Scarlett 2i4 1st Gen.

Zum Thema abweichende Werte habe ich Vergleichsmessungen angestellt.

Max. Eingangspegel für 0 dBFS	lt. Datenblatt	Gemessen Ch. 1	Gemessen Ch. 2
Min. Gain. Pad inaktiv	+3 dBu	1,24 Vrms = 4,08 dBu	1,22 Vrms = 3,95 dBu
Min. Gain. Pad aktiv	+12 dBu	3,34 Vrms = 12,69 dBu	3,37 Vrms = 12,77 dBu

Wir sehen eine minimale Abweichung bei gedrücktem Pad-Schalter. Bemerkenswert ist die Abweichung bei inaktiven Pad, die doch im Bereich von 1 dBu liegt. Weiters sehen wir, auch die beiden Kanäle des Interfaces weichen untereinander minimal ab.

Besser wäre ein eigener „Kalibrator“, eine Referenzspannungsquelle mit präzise regelbaren Spannungspegel z.B. 0 dBu = 0.7746 V, und einer definierten Frequenz z.B. 1 kHz. Vorgehensweise wäre folgende: Zuerst wird die Gitarre angeschlossen und richtig eingepegelt. Anschließend wird statt der Gitarre der Kalibrator angeschlossen. Nun wird die Referenzspannung so weit erhöht, bis an den Meter der DAW ein vorher definierter Wert, z.B. -6 dBFS, abgelesen wird. Im Display des Kalibrators liest man jetzt z.B. 3,8 dBu ab. Dieser Wert wird ins Plug-In eingetragen. Ab jetzt hat das Plug-In eine definierte Korrelation zwischen der analogen Welt und der digitalen Welt und kann die Berechnungen entsprechend durchführen. Da wären nun die Hersteller gefragt.

Ist ein definierter Eingangspegel der Gitarre am Plug-In überhaupt notwendig?

Na ja, cool wäre es schon, wirklich notwendig, nein. Der größte Vorteil liegt in der Vergleichbarkeit. Nehmen wir an wir suchen einen JTM-45 Crunch Sound und laden uns 10 verschiedene .nam-Dateien runter. Jetzt steppen wir durch alle Modelle, keines gefällt uns, die einen sind zu clean, die anderen zu high-gain. Wir laden noch 15 Modelle runter, derselbe Vorgang von vorne. Wir verfluchen die Ersteller und geben entnervt auf ;-). Grund ist der, weil wir nicht wissen, mit welcher Gitarre der Ersteller seine Soundeinstellungen vorgenommen hat bevor er seinen Snapshot erstellt hat. Hatte er eine Vintage Strat angeschlossen und wir spielen nun mit einer SG mit Humbuckern, wird es für uns zu sehr zerren. Hat er seine Soundeinstellungen mit einer aktiv-Pickup Metal-Axt gemacht, wird es für uns zu clean sein.

Zum Ausgleich müsste man nun den Level-Regler betätigen. Kommt doch gar nicht in Frage! Dafür sind wir zu faul. ;-)

Noch ein kleines Gedankenexperiment. Wir bekommen einen Mesa Dual Rectifier geschenkt. Wir stecken die Gitarre an und freuen uns auf ein heftiges Metal Brett. Wir schlagen in die Saiten, wir sind total enttäuscht, raus kommt nur ein vielleicht ein etwas angecrunchter unschöner Cleansound, weil der Gain-Regler auf 0,02 stand. Was machen wir? Wir tragen den Apparat sofort zum Elektroschrott. Schuld ist natürlich der Vorbesitzer, weil der hat uns nicht gesagt, wie wir den Gainregler einstellen sollen. Natürlich nicht, wir knallen den Gain-Regler auf und ab geht die Post. Gilt natürlich auch umgekehrt. Ist der Fender Twin nicht clean genug, kommt zu viel Saft hinein und wir drehen zurück. Ja, liebe Kinder, früher wurde das wirklich so gemacht.

Anmerkung: Der Pegel des Gitarrenssignals hat nichts mit den Metadatenfeldern "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu" zu tun. Diese sind für eine akkurate Emulation erforderlich, wenn mehrere NAM-Instanzen hintereinander geschaltet werden (Effektketten). Weiter unten mehr dazu.

## Capturing

Für die Profilierung des Gitarrenverstärkers und/oder der Effektkette wird ein gewisses Testsignal eingespeist und der Ausgang wiederum aufgenommen. Aus den beiden Audiofiles wird anschließend das Modell berechnet.

## Was wird benötigt

- Ein Audio Interface
- Ein DAW Programm
- Eine Reamp-Box
- Das/die zu profilierenden Gerät(e)
- Eine Loadbox (optional, aber sehr zu empfehlen)
- Ein Multimeter (optional)

### Audio Interface

Die Anforderungen an das Interface sind relativ gering. Es reicht ein Eingang und ein Ausgang. 24-bit, 48 kHz sollten unterstützt werden. Die Latenzen sind für das Capturing irrelevant, da sie automatisch kompensiert werden. Für das Live-Einspielen sollte die Latenz des Audio Interfaces möglichst gering sein, um das Spielgefühl nicht zu beeinträchtigen. Beliebt ist die Focusrite Scarlett Serie, diese Interfaces sind für unsere Zwecke bestens geeignet.

### Digital Audio Workstation

Ich denke auch jedes derzeit gängige DAW Programm sollte geeignet sein.

### Reamp-Box

Eine Reamp-Box ist notwendig, um eine Impedanzanpassung an den Eingang des Gitarrenverstärkers vorzunehmen. Weiters muss das Signal ausreichend verstärkt werden. Der maximale Ausgangspegel des Scarlett Interfaces ist mit 16dBu angegeben, das sind 4,89 V. Das wäre zwar ausreichend, aber die Ausgangsimpedanz beträgt nur 100 Ohm. Wie schon vorher gezeigt, haben die Impedanzen Auswirkung auf den Frequenzgang. In diesem Fall würde es sich so auswirken, dass die höheren Frequenzen verstärkt wiedergegeben werden. Steckt man den Line-Ausgang des Audio Interfaces direkt an den Gitarrenverstärker hat das schrille Höhen zur Folge.

### Loadbox

Das Signal könnte auch über (falls vorhanden) den Line-Ausgang oder den Effekt-Send des Verstärkers zurückgeführt werden. Manche Verstärker bieten auch einen "Recording compensated"-Ausgang an. Dieser ist ungeeignet, da hier das Signal gefiltert wird, um meist mehr schlecht als recht, einen Lautsprecher zu simulieren. Ein dumpfer Klang ist die Folge. Verwendet man einen dieser Ausgänge lässt man aber die Endstufe außen vor. Bei "High-Gain-Modern-Metal"-Sounds mag das relativ egal sein. Wer aber einen "Vintage"-Sound mit Endstufenzerre modellieren möchte, dem sei eine Loadbox ans Herz gelegt. Die Loadbox sollte klangneutral sein, eventuelle Filter oder gar IRs müssen abgeschaltet werden.

### Multimeter

Mit einem Multimeter können die analogen Spannungspegel für Ein- und Ausgang gemessen werden und die optionalen Metadatenfelder "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu" im NAM-Modell befüllt werden.

## Einpegeln

Für das Capturing erhalten wir von der Homepage des Entwicklers ein Trainingsfile, dieses enthält diverse Impulse und Testsignale mit einem Spitzenpegel von 0dBFS. Wir wissen aber jetzt nicht mit welchen Spannungspegel 0dBFS korreliert, das könnten 1 V, 10 V, gar 1000 V oder irgendein x-beliebiger Wert sein. Der Entwickler gibt keinen Referenzwert an, der in den Gitarrenverstärker geschickt werden soll. Er schreibt lediglich: *My advice is to set the reamping send level as high as your gear will allow*. Das heißt wir sollen unseren Verstärker so laut anfahren wie es nur geht. Warum?

### Exkurs: Optimaler Eingangspegel am Gitarrenverstärker

Um das Zerrverhalten eines Gitarrenverstärkers über seinen gesamten Dynamikbereich abbilden zu können, müssen wir Überlegungen anstellen, welche Eingangspegel dafür geeignet sein könnten.

So hoch als möglich? Dann verwenden wir doch gleich einen 1000 W PA-Verstärker als Reamp-Box. Da liegen über 100 Vss am Ausgang an. Das wird der Koppelkondensator am Verstärkereingang kaum überleben. Abgesehen von der Ausgangsimpedanz ist das natürlich Blödsinn.

Betrachten wir einmal typische Ausgangsspannungen von E-Gitarren. Dazu habe ich einige Messungen angestellt.

#### **Gibson SG, Humbucker, Stegposition**

Hart angeschlagener E-Moll Akkord: 1,2 Vss

leere A-Saite, angeregt mit einem E-Bow: 150 mVss

#### **Fender Stratocaster, Single Coil, Stegposition**

Hart angeschlagener E-Moll Akkord: 720 mVss

leere A-Saite, angeregt mit einem E-Bow: 70 mVss

#### **Gibson Les Paul, aktive Humbucker, Stegposition**

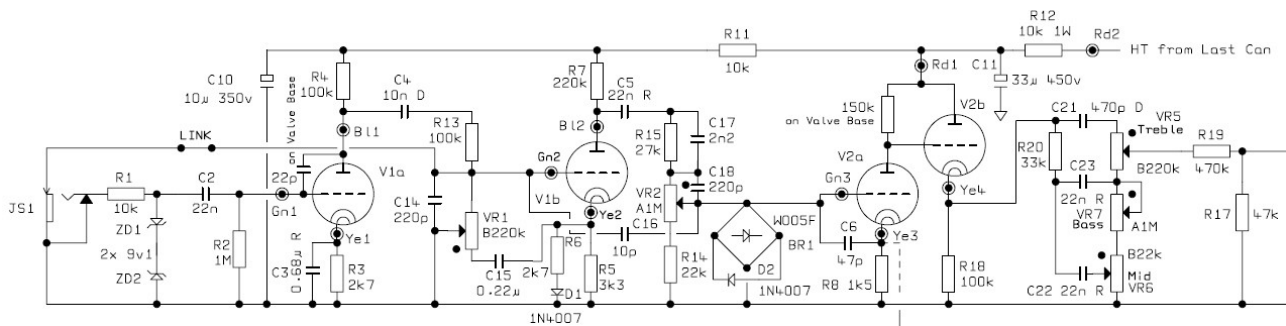
Hart angeschlagener E-Moll Akkord: 3,1 Vss

leere A-Saite, angeregt mit einem E-Bow: 160 mVss

EMG gibt 4,5 V als max. Ausgangsspannung in seinen Datenblättern an, dies ist aufgrund der verwendeten Operationsverstärker und der 9 V Versorgungsspannung durchaus logisch. Unten dazu mehr.

Wir sehen, mehr als 4,5 Vss sind von einer E-Gitarre kaum zu erwarten.

Wie reagiert nun ein Gitarrenverstärker in seinem Zerrverhalten auf verschiedene Eingangspegel? Könnte man nicht einfach den Gainregler zur Anpassung benutzen? Nein! Betrachten wir einen Schaltplan der Vorstufe eines Röhrenverstärkers.



Das Eingangssignal trifft meist ohne Regelung als Erstes direkt das erste Triodensystem der ersten Röhre (V1a). Dies dient zur Impedanzwandlung, um die Quelle (sprich E-Gitarre) nicht zu belasten. Eine Volume oder Gain-Regelung erfolgt meist nachher (Poti VR1), bevor das Signal auf das zweite Triodensystem trifft. Daraus ergibt sich, dass wir bereits das erste Triodensystem für die Modellierung berücksichtigen müssen. So eine typische ECC83/12AX7 Röhre treiben wir ab ca. knappen 2 V in die Sättigung, die sichtbaren Verzerrungen beginnen. Das heißt, wenn wir in unsere E-Gitarre mit heißen oder aktiven Pickups reindreschen, können wir schon Verzerrungen verursachen, ohne dass wir den Gain-Regler noch angegriffen haben. Überlegen wir weiter. Nun könnte der Eingang noch einen höheren Pegel abbekommen, wenn wir ein Effektpedal davor schalten. Vorrangig EQ oder Booster-Pedale. Effektpedale werden meist mit einer 9 V-Batterie oder 9 V-Netzteil betrieben. Theoretisch kann die Ausgangsspannung so hoch werden wie die Versorgungsspannung. Sollen wir also den Verstärker mit 9 V anfahren? Betrachten wir nun einige Pedale. Z.B. das bekannte Fuzz Face könnte aufgrund des Schaltungsdesigns knapp 9 Vss erreichen. Der Dallas Rangemaster Treble Booster könnte das ebenfalls, aufgrund der "falschen" Einstellung des Arbeitspunktes des Transistors ist eher mit +4 V und -2 V zu rechnen. Modernere Pedale, ab der 2. Hälfte der 70er-Jahre :-)) verwenden fast nurmehr Operationsverstärker (OPV). OPVs benötigen aufgrund der Arbeitsweise eine positive und eine negative Versorgungsspannung. Da aber meist nur +9 V zur Verfügung stehen, wird eine virtuelle Masse auf 4,5 V gesetzt. Aufgrund der gängigen Schaltungsdesigns ergibt sich auch die maximale Ausgangsspannung mit 4,5 Vss. Ein weiteres Beispiel wäre z.B. ein MXR MicroAmp, ein sogenannter Clean Boost, der Hersteller wirbt mit +26dB, das wären bei ca. 1 Vss Eingangsspannung von einem Humbucker, 20 Vss Ausgangsspannung. Diese ist natürlich auch auf max. 9 Vss begrenzt. Trotz des verwenden OPVs sind hier aufgrund eines anderen Schaltungsdesigns wirklich 9 Vss Ausgangsspannung möglich.

Ibanez TS9 Tube Screamer: 4,5 V<sub>pp</sub>

Betrachten wir kurz noch das Zerrverhalten der Eingangsröhre bei verschiedenen Eingangsspannungen. Es wurde an einen Gitarrenverstärker mit einer ECC83/12AX7 Eingangsröhre eine Sinusspannung mit 1 kHz, mit verschiedenen Spannungshöhen angelegt. Die Oszillogramme und Spektrogramme zeigen die Ausgangsspannung des ersten Triodensystems.



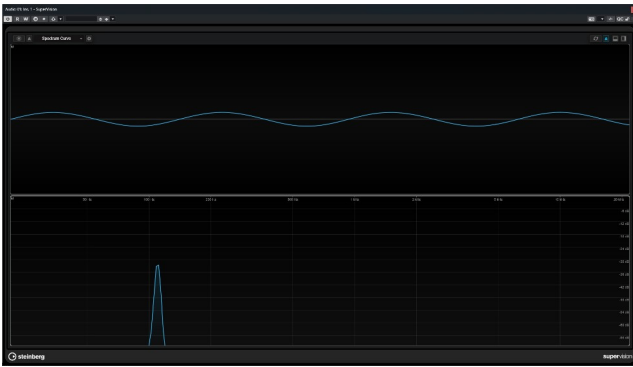


Abb. 18: Eingangsspannung: 1 Vss

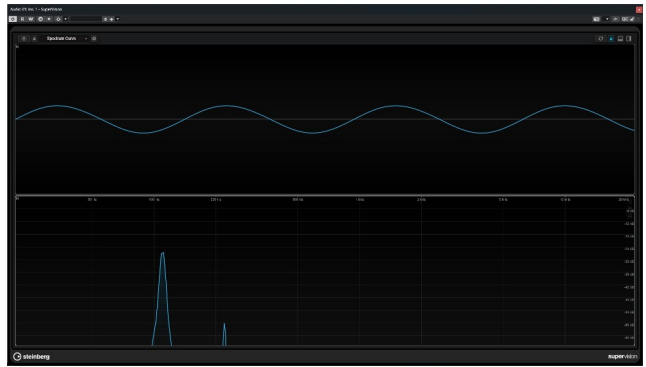


Abb. 19: Eingangsspannung: 2 Vss

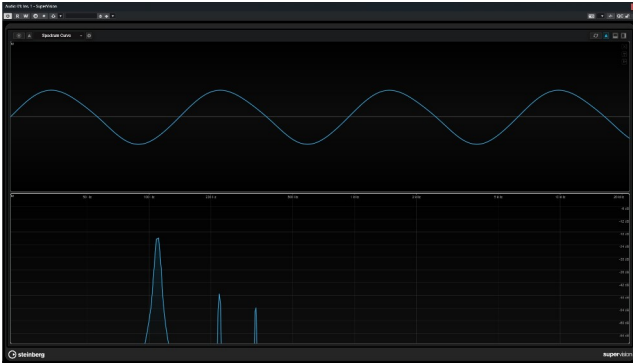


Abb. 20: Eingangsspannung: 4 Vss

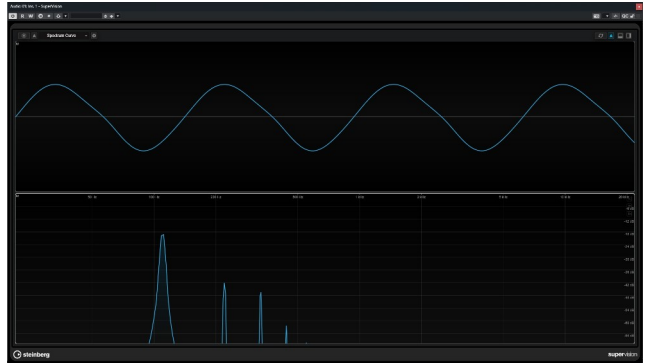


Abb. 21: Eingangsspannung: 5 Vss

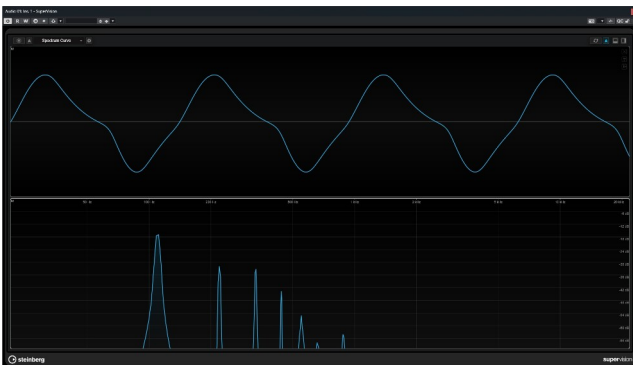


Abb. 22: Eingangsspannung: 8 Vss

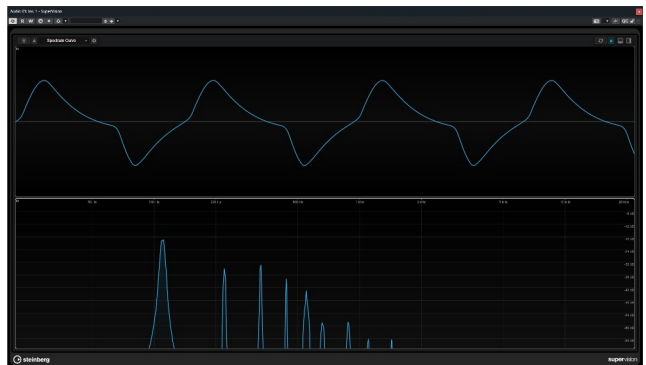


Abb. 23: Eingangsspannung: 12 Vss

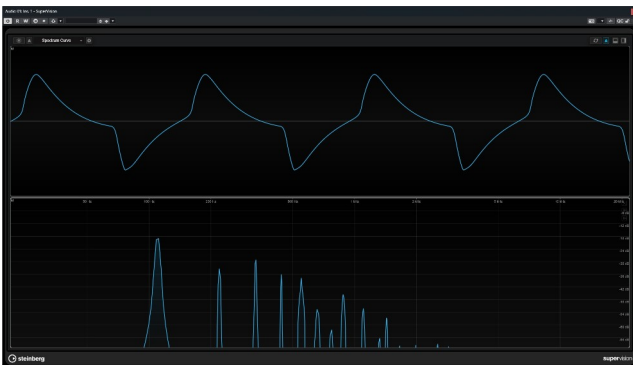


Abb. 24: Eingangsspannung: 18 Vss

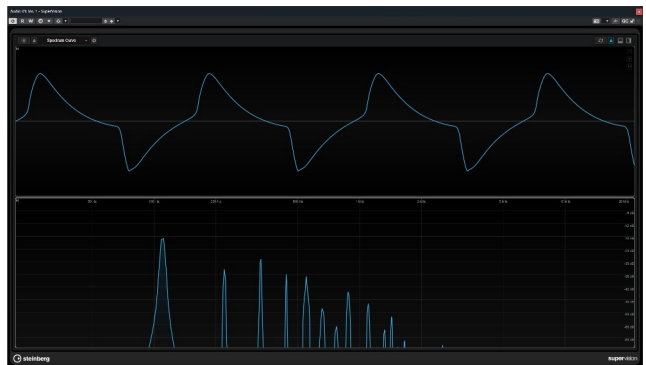


Abb. 25: Eingangsspannung: 20 Vss

Bei 1 Vss Eingangsspannung ist im Spektrum noch keine nennenswerte Verzerrung erkennbar. 2 Vss – 4Vss, die harmonischen Verzerrungen nehmen zu. Ab 5 Vss kann eine sichtbare Verformung der Wellenform beobachtet werden. Steigt die Spannung noch weiter, wird die Wellenform des Sinussignals immer mehr verformt.

## **Fazit: 9 Vss ist der sinnvollste max. Pegel fürs Capturen.**

Eine Anekdote am Rande. Beim Studium des Schaltplans eines Marshall JCM 900 (siehe Abb. 17) fielen mir sofort direkt am Eingang zwei gegenläufig gepolte, in Reihe geschaltete Zenerdioden mit einer Durchbruchspannung von 9,1 V gegen Masse auf. Die Entwickler fürchteten sich anscheinend vor Eingangsspannungen jenseits der 18,2 Vss. Dies sollte auch wirklich die max. Obergrenze der halbwegs sinnvollen Eingangsspannungen darstellen.

## **Praxisbeispiel**

Bei meinem ersten Versuch einen Verstärker zu profilieren wurde ich gleich mal herb enttäuscht, als ich das Ergebnis des NAMs mit einer Originalaufnahme verglich. Es klang schon ähnlich, ich konnte meinen Verstärker erkennen, aber die Bässe waren weniger, die Verzerrung war deutlich geringer (mehr Crunch als ursprünglich High-Gain) und auch nicht so "dicht". Daraufhin habe ich den NAM als unbrauchbar abgestempelt und gleich wieder deinstalliert.

Was ist geschehen? Ich praktiziere das sogenannte Reamping schon seit Jahren, immer mit perfekten Ergebnissen.

Meine Vorgehensweise:

1. Hochohmigen Eingang verwenden (Hi-Z Eingang oder DI-Box).
2. Fest in die Gitarre dreschen, offene Akkorde oder gar Leersaiten, mittels Vorverstärkers so eingegeln, dass in der DAW Signalspitzen so bei -3dBFS in die DAW ankommen.
3. Nun die Gitarre durch einen Frequenzgenerator ersetzen, eine sinnvolle, von einer Gitarre produzierbare Frequenz wählen, meist 110 Hz, was einer leer gespielten A-Saite entspricht. Ausgangsspannung 1 Vss. Der Ausgang des Frequenzgenerators wird auch noch parallel an den ersten Eingang eines Oszilloskops angeschlossen.
4. Direct Monitoring in der DAW aktivieren, den Ausgang des Kanals zum passenden Ausgang leiten, an dem die Reamp-Box hängt.
5. Sicherstellen, dass sich alle Gain/Volume-Regler innerhalb der DAW auf 0 befinden. Sicherstellen, dass sich keine Plug-Ins im Signalweg befinden.
6. Der Ausgang des Reampers wird an den zweiten Kanal des Oszilloskops angeschlossen
7. Nun wird die Verstärkung des Reampers so eingestellt, dass sich die Amplituden der beiden Signale exakt decken. Digitaloszilloskope haben sogar eine Messfunktion eingebaut, damit können die Spannungen nochmals kontrolliert werden. So ist sichergestellt, dass das Signal weder verstärkt noch gedämpft wird. Der Gitarrenverstärker bekommt aus der DAW heraus exakt den selben Pegel, als wäre die Gitarre direkt eingesteckt.
8. Gitarre wieder an den Eingang, Ausgang des Reampers an den Verstärker.
9. Gitarre einspielen
10. Reampen
11. Einstellung des Reampers genau notieren, falls man Wochen später doch noch einen anderen Gitarrensound haben will. ;-)

Nach dieser gewohnten Vorgangsweise habe ich auch mein erstes Profil erstellt. Statt einem eingespielten Gitarrensignal wurde das Trainingsfile wiedergegeben und das gereampte Signal über eine neutrale Loadbox aufgenommen. Anschließend habe ich nach Vorgabe das Modell erstellt. Dann habe ich ein gespieltes Gitarrensignal aufgenommen. Die Spur wurde dupliziert, gereamped und über dieselbe Verstärker/Loadbox-Kombination aufgenommen. In die zweite Spur wurde das NAM-Plug-In geladen und mit dem zuerst erstellten Modell gefüttert. Beide Signale wurden über einen IR-Loader mit der gleichen Lautsprecher IR belegt, so dass ein direkter A/B Vergleich möglich ist. Das Ergebnis war wie o.a. ernüchternd.

Mir hat das Resultat dann doch keine Ruhe gelassen und ich habe Überlegungen angestellt, wo hier der Fehler liegen könnte. Das Problem war, wie bereits erklärt, ein zu geringer Eingangspegel bei der Profilierung des Verstärkers. Alles nochmals von vorne, diesmal mit voll aufgedrehten Level-Regler meines X-Amps.

Siehe da! Ein perfektes Ergebnis.

Bei einem A/B konnte ich jetzt nur mehr winzigste Unterschiede hören.

In einem Blindvergleich könnte ich beim besten Willen nicht feststellen, welches das NAM Signal oder das Reamp Signal ist.

Ich denke auch, dass die winzigsten Unterschiede daher kommen, dass zwischen Capture und Reamp eine Stunde vergangen ist. Der Verstärker ist sicher in der Zwischenzeit ein paar Grad wärmer geworden.

## Reamper

Nun wollte ich wissen, welche max. Ausgangsspannung die verwendete Reamp-Box (Radial X-Amp) hergibt. Es sind 3,5 Vss bei 0dBFS in der DAW. Meine verwendeten MOTU Wandler haben keine zusätzlichen Regler mehr.

Dies ist zwar um einiges geringer als der theoretisch max. sinnvolle Eingangspegel fürs Capturing von 9 Vss, reicht aber anscheinend für ein äußerst präzises Modell aus.

## Snapshot erstellen

1. Lade die entsprechende Trainingsdatei runter. „input.wav“
2. Richte deine DAW so ein, dass du die Trainingsdatei über eine geeignete Reamp-Box (z.B. Radial X-Amp) ausgeben kannst. Projekteinstellungen 48 kHz, 24 bit.
3. Äußerst wichtig ist ein möglichst hoher Ausgangspegel der Reamp-Box. Dreh sie voll auf!
4. Hänge den Lautsprecherausgang an eine geeignete Loadbox. achte drauf, dass die Loadbox einen möglichst linearen Frequenzgang ausgibt. (Ev. Filter und Lautsprechersimulationen deaktivieren.
5. Du kannst auch den Line-Ausgang deines Verstärkers verwenden. Für "High-Gain-Modern-Metal"-Sounds wahrscheinlich ausreichend. Wer aber einen "Vintage"-Sound mit Endstufenzerre modellieren möchte, sei eine Loadbox ans Herz gelegt. "Recording compensated"-Ausgänge sind ungeeignet.

6. Alternativ kannst du den Lautsprecher mit einem Mikrofon abnehmen. Das verhindert aber dann nachträglich die Flexibilität, alternative Lautsprechersimulationen (IRs) zu verwenden.
7. Pegle dein Interface so ein, dass es grade nicht clippt.
8. Trainingsdatei abspielen und gleichzeitig aufnehmen.
9. Trimme das aufgenommene Audio-Event so, dass es samplegenau die selbe Länge wie die Trainingsdatei hat.
10. Exportiere das aufgenommene Amp-Signal als „output.wav“. Mono, 48 kHz, 24 bit.
11. Lade beide Dateien auf:  
<https://colab.research.google.com/github/sdatkinson/NAMTrainerColab/blob/main/notebook.ipynb>  
oder  
<https://www.tonezone3000.com/> (einfachere Option) hoch und lass dein Modell berechnen. Wähle den Wert „Epochs“ nicht zu hoch, irgendwann macht es keinen Sinn mehr. Bei Tonezone wird die Option „Best Fit“ empfohlen. Der Wert „Epochs“ kann dann aufs Maximum gesetzt werden. Die Berechnung stoppt automatisch, wenn das Modell nicht mehr akkurater wird.

## Metadatenfelder "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu"

Die originale Beschreibung von den Entwicklern findet sich unter: <https://neural-amp-modeler.readthedocs.io/en/latest/tutorials/calibration.html>

Hier meine deutsche Übersetzung.

## Hintergrund

Seit dem Erscheinen von hoch präzisen Modeling Technologien, wie den NAM, gab es die Nachfrage nach einem akkuraten Gain-Staging. Es soll sichergestellt werden, dass sich die Eingangspegel und Ausgangspegel der digitalen Modelle äquivalent verhalten, als würde man die analogen Pendants zusammenschließen.

In der Version 0.10.0 des NAMs wurden die Metadatenfelder "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu" eingeführt. Diese dokumentieren die Verhältnisse der analogen und digitalen Signalstärken zueinander. Die Felder repräsentieren die analogen Pegel (in dBu), die mit dem max. digitalen Pegel dargestellt werden können. Wenn diese Felder befüllt werden, können die digitalen Modelle das Verhalten der analogen Pendants präzise nachbilden.

## Anmerkungen

Einige Dinge bevor wir beginnen:

- **So wie bei allen Metadaten ist das Befüllen der Felder „calibration levels“ optional.** Sie können leer gelassen werden. Die Modelle funktionieren trotzdem in allen Plug-Ins, die NAM-Dateien abspielen können. Nur das Gain-Staging ist möglicherweise nicht so genau wie bei den analogen Vorbildern.

- **Achte darauf was sich vor deinem Modell befindet.** Die Pegel sind nur dann korrekt, wenn entweder (A) keine anderen Effekte davor geschaltet werden oder (B) wenn die „*input and output calibration levels*“ der anderen Effekte bekannt sind. Sollten mehrere Plug-Ins in der Kette sein und bei einem die Werte nicht bekannt sein, werden diese nirgends mehr berücksichtigt.
- **Du kann immer noch deine Ohren verwenden!** Bevor wir zu tief in dieses Thema eintauchen, vergiss nicht, wir machen Musik. Lass dich nicht von der „korrekten“ Antwort davon abhalten, die Musik zu machen, die du machen willst.

## Benötigte Geräte

Zusätzlich zum Reamping-Equipment (Audio Interface, Reamping-Box, DI-Box, Load Box oder Mikrofon und Kabel) benötigen wir noch ein Multimeter zum Messen des analogen Signalpegels. Den digitalen Pegel können wir in der DAW ablesen.

## Verfahren

- Schalte die Eingänge deines Interfaces in der DAW stumm.
- Schließe den Ausgang des Interfaces über die Reamp-Box an den Eingang des zu profilierenden Geräts an.
- Schließe den Ausgang (oder Load Box, oder Mikrofon) des zu profilierenden Geräts an den Eingang des Interfaces an.
- Drehe den Ausgang des Interfaces voll auf.
- Spiele nun das Testsignal ab, stelle den Eingangsregler so ein, dass keine Übersteuerung auftritt.



Abb. 26: Reamping Beispiel. Der Ausgang des Focusrite Solos ist über die Reamping-Box an den Eingang des Verstärkers angeschlossen. Der (Effekt Loop!) Send des Verstärkers wird an den Eingang des Interfaces zurückgeführt.

#### Anmerkung:

Mein Ratschlag ist, den Send-Pegel so hoch einzustellen wie es das Equipment erlaubt. Ist dieser zu niedrig, sieht das Modell nicht, wie das Gerät auf ein „heißes“ Signal reagiert und kann somit das Verhalten nicht genau vorhersagen. Du brauchst dir keine Sorgen zu machen wie laut genau eine Gitarre jetzt ist. Das ist ja der Sinn der Kalibrierung. Wichtiger ist, dass der Pegel fürs Training mindestens genau so laut ist. Vorzugsweise lauter!

Fahren wir mit dem Reamping fort, um Daten für unser Modell zu bekommen. Wenn du mit dem Send-Pegel glücklich bist und der Return nicht clippt ist alles im grünen Bereich.

Ab nun Finger weg von allen Hardwarereglern! Die Daten sind aufgenommen, wenn du ab sofort eine Einstellung änderst, korrespondieren die Daten nicht mehr mit den Kalibrierungsmessungen.

Miss nun den Send-Pegel. generiere in deiner DAW eine Sinuswelle, 1 kHz mit einer Amplitude von 0 dBFS oder spiele einen Loop vom folgenden File ab: [sine 1k.wav](#). Stecke das Kabel vom Gerät ab und miss den Effektivwert der Spannung (RMS) zwischen Schaft und Spitze des Steckers.





Abb. 27: Messung am Stecker, der an den Verstärkereingang angeschlossen war. Hier habe ich 6,4 V RMS gemessen.

Rechnen wir mit dieser Formel die Spannung zu einem Spannungspegel um:

$$dBu = 20 * \log_{10} \left( \frac{V_{RMS}}{0,7746} \right)$$

Beispiel: Bei Abb. 27 habe ich 6,4 V gemessen. Dies korrespondiert zu 18,3 dBu.

Als Nächstes messen wir den Return Pegel. Es muss der Send vom Interface direkt an den Eingang angeschlossen werden, der für die Aufnahme benutzt wurde. Nicht vergessen: Finger weg von jeglichen Hardwarereglern, sonst haben wir verschiedene Werte gegenüber der vorhergehenden Aufnahme.





Abb. 28: Mein Reamping-Aufbau, der Send ist direkt an den Return angeschlossen

Spiele den Sinuston ab und notiere den Return Pegel (in DBFS) in deiner DAW:

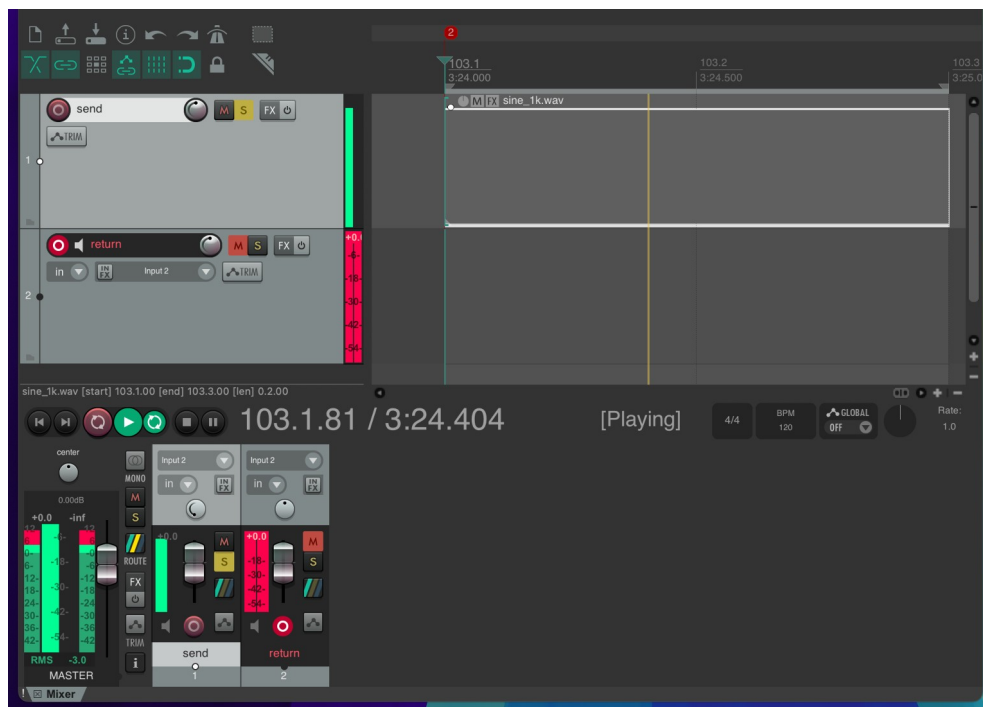


Abb. 29: Anzeigen des Return Pegels. Die Send Spur gibt den 1 kHz Sinuston aus. Die Return Spur ist übersteuert.



Es könnte, wie die obere Abbildung zeigt, das Send Signal zu laut sein. Das ist kein Problem. Wenn das passiert, verringere einfach den Pegel des Sinustons in der DAW bis keine Übersteuerung mehr auftritt. (Die Datei „input.wav“ darf nicht geändert werden. Hoffentlich hast du auch schon gereamped, so kommst du auch nicht in Versuchung!)

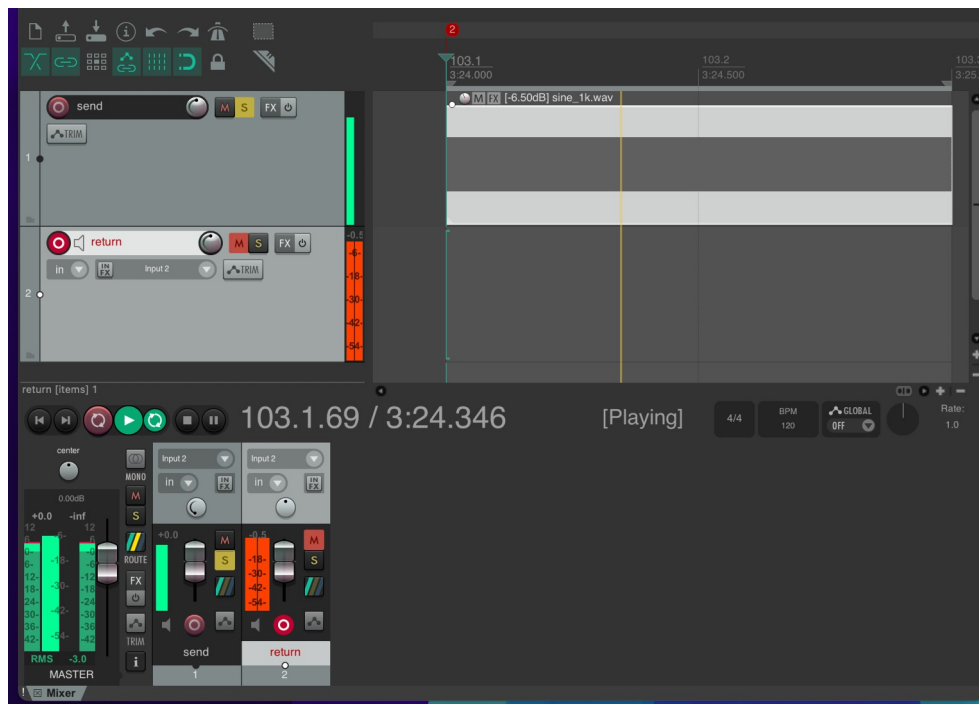


Abb. 30: Anzeigen des Return Pegels. Die Send Spur gibt den 1 kHz Sinuston mit -6,5 dBFS aus. Die Return Spur zeigt -0,5 dBFS an.

Notiere den Return Pegel (-0,5 dBFS) und den Wert, um den du den Pegel vorher reduziert hast (-6,5 dBFS).

Zur Berechnung des Return Pegels erinnern wir uns: Wir versuchen herauszufinden, wie laut das Signal (in dBFS) sein kann, bevor es knapp nicht den Return des Interfaces übersteuert (es erreicht 0 dBFS). Wir wissen den analogen Pegel des Sinustons (bei Vollaussteuerung z.B. 0 dBFS) von vorher, so ergibt sich folgende Formel, um den Return Pegel, in dBu, zu berechnen:

$$dBu_{return} = dBu_{send} - \Delta + L$$

$\Delta$  ist der Betrag, um den der Sinuston reduziert wurde und  $L$  ist der Return Pegel.

Zum Beispiel, mit den oberen Werten:  $18,3 - 6,50 + 0,5 = 12,3 \text{ dBu}$ .

### Vorsicht: Die „Return Level Calibration“ ist nicht das, was du möglicherweise denkst

Manche Anwender kennen vielleicht den Eingangspegel auf den Datenblättern der Hersteller. Zum Beispiel wird hier der max. Eingangspegel für den Instrumenteneingang mit 12 dBu angegeben:

Instrument Inputs	
Frequency Response	20Hz - 20kHz $\pm$ 0.05dB
Dynamic Range (A-weighted)	113dB
THD+N	-80dB @ minimum gain
Maximum Input Level (at minimum gain)	12dBu
Gain Range	62dB
Input Impedance	1M $\Omega$

Abb. 31: Spezifikationen für den Instrumenteneingang aus der Bedienungsanleitung eines Focusrite Scarlett 18i20 4th Generation

Dies gilt nur, wenn der Eingangsregler der Interfaces auf Linksanschlag steht. Wenn man den analogen Eingangspegel über diesen Regler anhebt, reduziert man den dBu-Wert, bei dem die digitale Übersteuerung auftritt. Wenn du den Eingangsregler bei der Aufnahme auf Linksanschlag gestellt hast, kannst du den angegebenen Pegel heranziehen. Wenn nicht, muss er, wie oben angeführt, berechnet werden. (Der Wert kann beim eigenen Interface auch leicht von den angegeben abweichen, sicherheitshalber sollte man nachmessen und ihn selbst berechnen.)

## Eintragen der Kalibrierung in die Metadaten

Wenn nun die Werte der Kalibrierungspegel bekannt sind, können diese beim Erstellen des Modells bei den Metadaten eingetragen werden. Wenn wir die Werte von zuerst verwenden, würde das so aussehen:

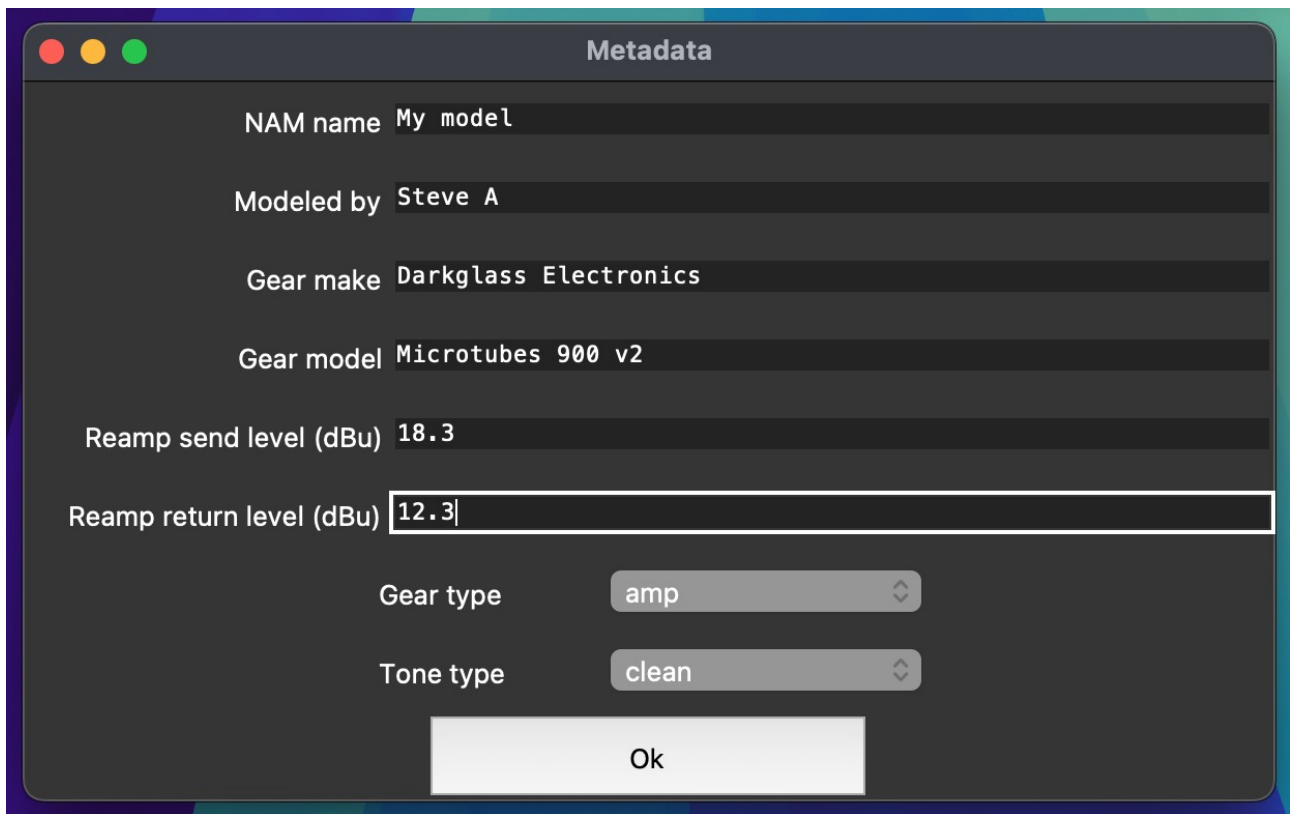


Abb. 32: Metadaten bei der lokalen Installation des Trainers

## Ein Hinweis für die Aktualisierung alter Modell Dateien

Wenn du die Pegel von vorangegangenen Captures weißt, können diese auch in alten Dateien aktualisiert werden. .nam-Dateien sind JSON-konform und können mit einem Texteditor bearbeitet werden. Wenn du das machen willst, kannst du ein neues Modell erstellen und als Referenz verwenden, wie die neuen Metadaten-Felder auszusehen haben. Suche nach den Feldern "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu" in der neuen Datei und kopiere sie an die selbe Stelle in der alten Datei. Die Werte müssen eventuell angepasst werden. (Sollte nur einer der beiden Werte bekannt sein kann beim anderen „null“ eingetragen werden.) Es wird empfohlen vorher eine Sicherungskopie der alten Datei anzulegen.

## Tipps und Tricks

### Effekte

Es könnten ganze Effektketten inklusive Verstärker und Lautsprecher gecaptured werden. Zeit basierende Effekte sind nicht möglich, siehe weiter unten. Dies könnte man machen, sofern man ein komplettes Abbild seines Sounds haben will. Flexibler ist man, wenn jedes einzelne Gerät auch einzeln erfasst wird. Auch der Lautsprecher als IR. Anschließend kann die Effektkette wieder virtuell zusammengesetzt werden, Effekt anders angeordnet, ausgetauscht oder weggelassen werden. Beim Capturing sollten die Werte für die Metadatenfelder "input\_level\_dbu" und "output\_level\_dbu" ermittelt werden. Nur so kann das Gain-Staging der virtuellen Geräte untereinander akkurat gewährleistet werden und somit auch eine einfache Bedienung ohne viel Klangüberraschungen.

## Lautsprecher

Für den Lautsprecher sollte eine getrennte IR erfasst werden, oder vielleicht auf angebotene Lautsprechermodelle zurückgegriffen werden. So erreicht man die max. Flexibilität.

## Grenzen dieser Technologie

### Verzerrung und EQ

Einer der größten Nachteile ist meiner Meinung nach, dass wirklich nur ein diskreter Snapshot erstellt werden kann. Der Gain (Verzerrung) kann nachträglich nicht akkurat zum Originalverstärker geändert werden. Begrenzt dennoch möglich. Weiters können nachträglich keine EQ-Einstellungen vorgenommen werden, die mit dem Verhalten des originalen Tone-Stacks korrelieren.

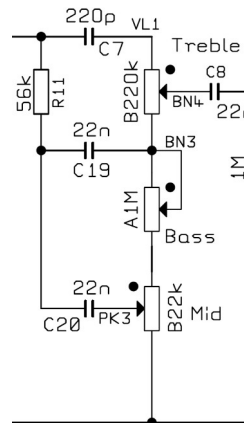


Abb. 33: Tonestack eines Marshall JTM-45

Es handelt sich um einen passiven EQ, Frequenzen können eigentlich nur abgesenkt werden. Simulieren wir diese Schaltung.

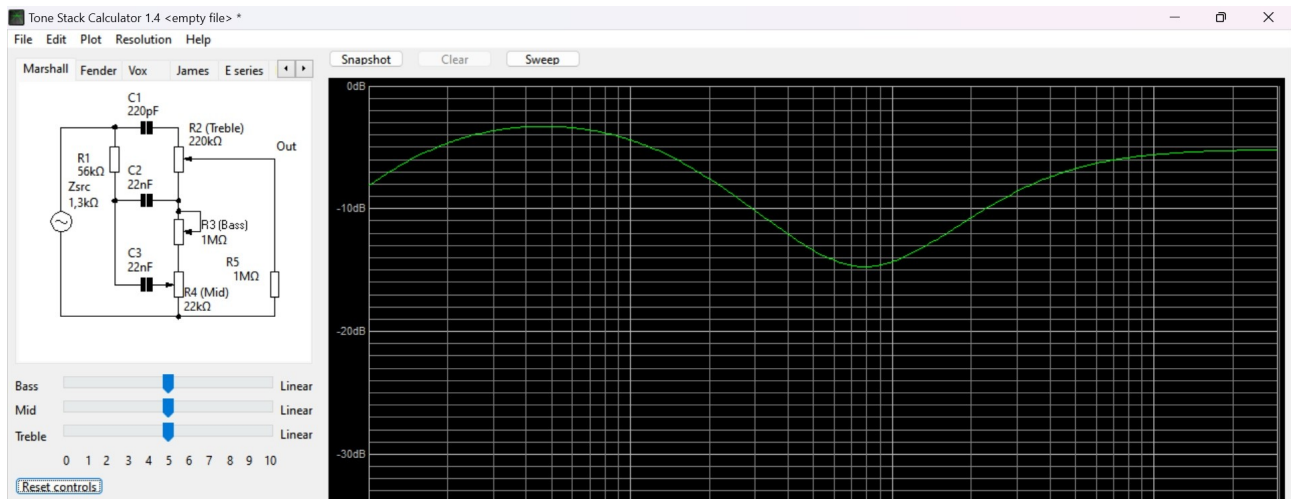


Abb. 34: Simulation bei mittlerer Potistellung

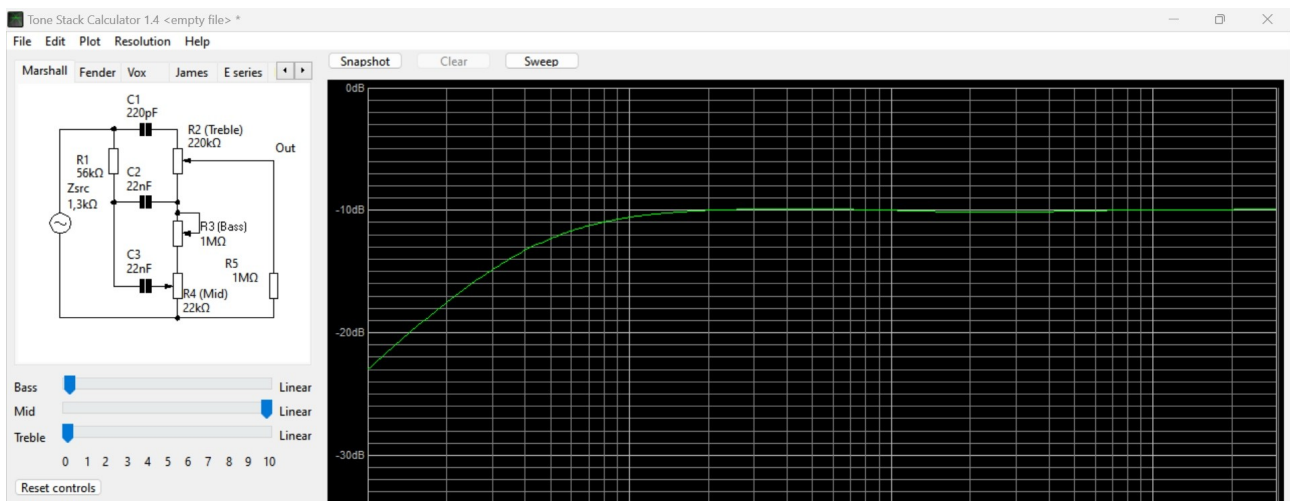


Abb. 35: Simulation mit möglichst linearer Einstellung

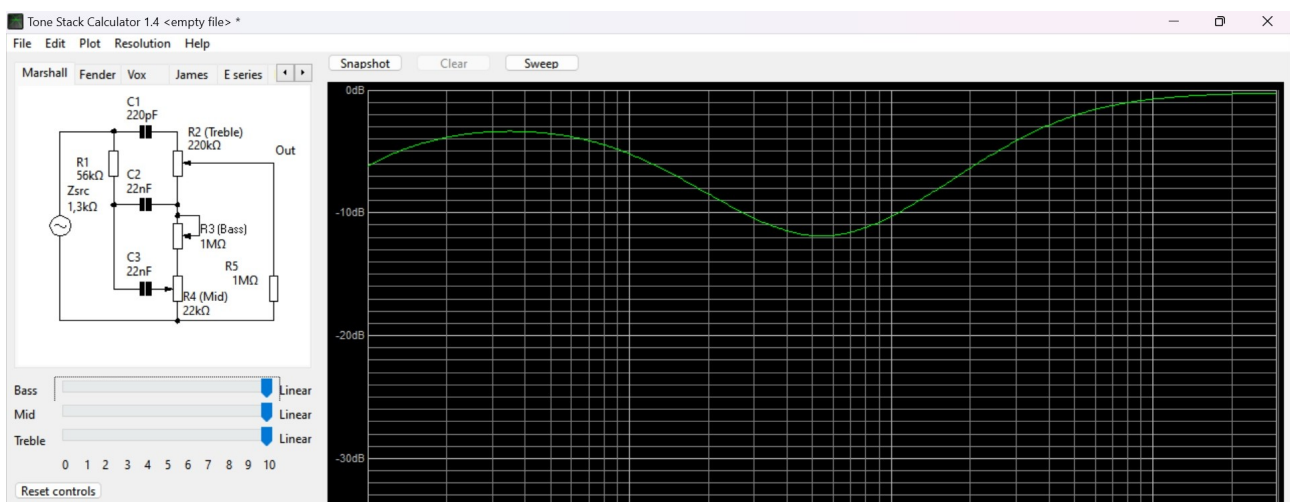


Abb. 36: Simulation „britische“ Einstellung

Wir erkennen in den oberen 3 Abbildungen, dass sich die EQ-Einstellungen bei einem klassischen Röhrenverstärker anders verhalten als man eigentlich annehmen würde. Eine Mittelstellung der Potis bewirkt einen verbogenen Frequenzgang. Um einen linearen Frequenzgang zu erreichen, müssen Bass und Treble vollständig auf Linksanschlag gedreht werden und die Mitten voll auf Rechtsanschlag. Die „britische“ Einstellung bewirkt eine verhältnismäßige Anhebung der Mitten und Höhen, auf den Bässen ist nur eine minimale Auswirkung erkennbar.



Abb. 37: NAM Bass EQ, -10 - +10

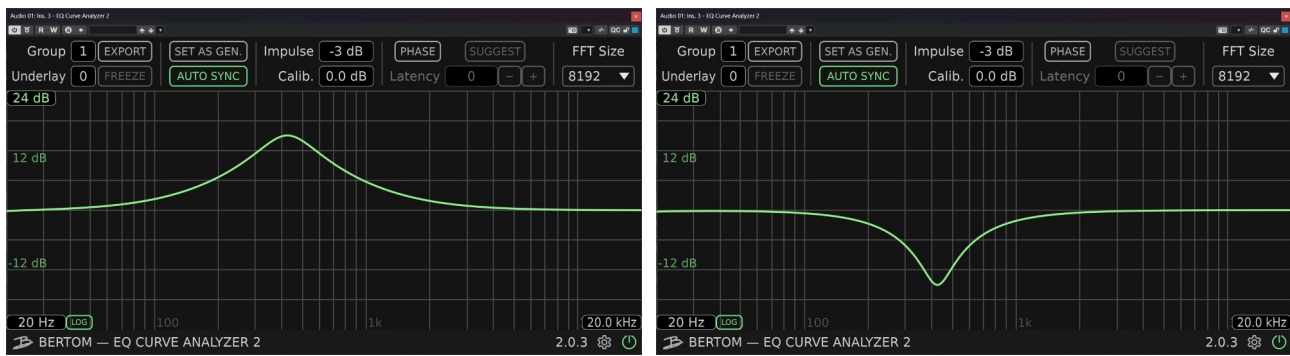


Abb. 38: NAM Middle EQ, -10 - +10

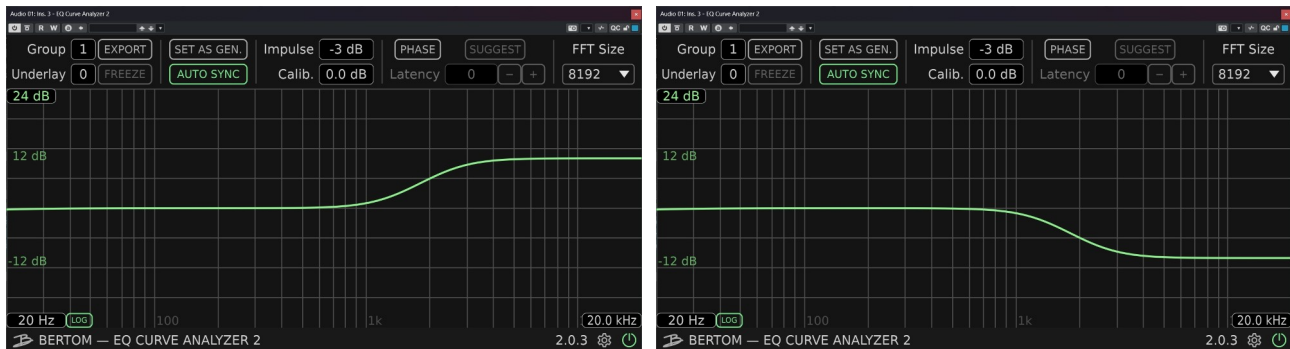


Abb. 39: NAM Treble EQ, -10 - +10

Der NAM EQ ist ein einfacher digitaler EQ. Der Bassbereich ist als Low-Shelf ausgeführt, die Bässe können 20 dB angehoben oder abgesenkt werden, die Grenzfrequenz beträgt 263 Hz. Für den Mittenbereich steht ein Glockenfilter mit einer Mittenfrequenz von 420 Hz zur Verfügung. Er erlaubt eine Anhebung oder Absenkung um 15 dB, angehoben wird breitbandiger, abgesenkt schmalbandiger. Der High-Shelf-Filter hebt um 10 dB an oder senkt um 10 dB ab, bei einer Grenzfrequenz von 1420 Hz.

Wir sehen hier komplett verschiedene Charakteristiken.

## Zeit basierende Effekte

Delays, Reverbs, Phaser, Chorus, Flanger und auch Kompressoren können nicht abgebildet werden.

Ein Wah-Pedal könnte man bedingt erfassen und zwar in einer fixen Stellung. Reicht doch für „Money For Nothing“. Problemlos können Booster, Verzerrer und EQ-Pedale miterfasst werden.

## Über den Autor

1981 in Wien geboren, interessierte sich Ing. Roman Zsalcsik bereits in Kindheitstagen für die Aufnahmetechnik. Erste Versuche begannen mit einer alten Tonbandmaschine seiner Oma und einem Kohlekörnermikrofon. Anfang der 90er Jahre kam er auf die Idee des Harddisk-Recordings, leider noch mit sehr begrenzten Mitteln. Mit einem 386er PC, einem Soundblaster 16, Windows 3.11 und dem Windows Sound Recorder war eine max. Aufnahmezeit von 60 Sekunden möglich. Auch 200 MB Festplattenspeicher trugen nicht unbedingt zu langen Aufnahmen bei. Ab 1995 besuchte er eine Höhere Technische Lehranstalt, Fachrichtung Nachrichtentechnik, wechselte aber dann in die Abteilung Informatik. 2002 schloss er die Ausbildung mit der Diplomarbeit „Σ-Δ-PA-

Power“, einem Class-D Leistungsverstärker, ab. Ende der 90 Jahre begann er autodidaktisch Gitarre und Bass zu lernen. Nach dem Wehrdienst begannen die Jobs als Live Techniker. Seit 2005 betreibt er professionell ein Tonstudio und macht auch nach wie vor Live-Beschallungen.