

Technische Universität Berlin
Fakultät I
Fachgebiet Audiokommunikation
Prof. Dr. Stefan Weinzierl
Dipl.-Ing. Vera Erbes



Die klanglichen Auswirkungen verschiedener Netzteile auf einen Gitarrenverstärker

Exposé

Marina Leontopoulos
Fakultät IV
Studiengang Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik
Matrikelnr.: 230457
Kontakt: marina.leontopoulos@campus.tu-berlin.de

Abstract

Ein ideales Netzteil soll geglättete stabile Betriebsspannungen bereitstellen, damit die gespeiste Schaltung optimal arbeitet. Einfache Röhren-Netzteile, wie sie in frühen Gitarrenverstärkern eingesetzt wurden, sind dazu allerdings nicht in der Lage. Die daraus resultierenden Effekte haben den charakteristischen Klang der E-Gitarre mitgeprägt.

Da Gitarrenverstärker und ihre Netzteile im Laufe der Zeit modernisiert wurden, wird hier untersucht, ob verschiedene Netzteile an demselben Verstärker zu messtechnischen oder perzeptiven Unterschieden führen.

Einleitung und Fragestellung

Zur Zeit der ersten elektrischen Gitarren waren einfache Röhrenschaltungen als Verstärker Stand der Technik [1, S. 441-442]. Obwohl es mit Aufkommen des Transistors möglich wurde, günstige Verstärker hoher Qualität zu bauen, bevorzugten viele Gitarristen bis heute Röhrenverstärker [2, S. 1].

Einer der Gründe dafür ist, dass ein konventionell aufgebautes Röhren-Netzteil bei Signalspitzen am Eingang nicht mehr in der Lage ist, die Betriebsspannungen der einzelnen Röhren des Verstärkers aufrecht zu erhalten; die Betriebsspannung bricht ein und die durch sie bestimmten Arbeitspunkte der Verstärkerstufen verschieben sich, sodass Kompressionseffekte und erhöhter Klirr auftreten [3, S. 9] [4, S. 4].

Bei neueren Bauformen von Netzteilen treten diese Effekte weitaus weniger bis gar nicht auf. Ob sich daraus ein anderer Gitarrenklang ergibt, ist bisher noch nicht geklärt. Aus diesem Grund wurden vier Netzteile gewählt, die in ihrer Bauweise den gängigsten Netzteiltypen für Gitarrenverstärker entsprechen. Diese werden mit einem WILDCAT Bassman Plus, der in seiner Grundeinstellung einem Fender¹ Bassman 5F6-A entspricht [5, Kap. 3, S. 15], kombiniert und sowohl messtechnisch als auch perzeptiv untersucht.

Stand der Forschung

Kuehnel beschreibt in [6] detailliert den Fender Bassman 5F6-A und so auch die Effekte in dessen Netzteil unter Last [6, S. 159-166]. Allerdings verzichtet er auf umfangreiche Messungen und beschränkt sich i.d.R. auf die rechnerische Untersuchung im Kleinsignalbereich.

Am WILDCAT Bassman wurde der Einbruch der Ausgangsspannung in [5, Kap. 3, S. 76-93] durch einen 1 kHz Sinusburst provoziert und festgehalten.

In [3] führt Bryan beim Vergleich zwischen zwei Verstärkern auch die unterschiedlichen Netzteile auf. Bei [3, Abb. 23] zeigt er, wie sich 100 Hz Sinusstimuli je nach Netzteil auf die Ausgangsspannungen auswirken.

Zollner geht in [7, Kap. 10.1.6] u.a. auf den Einbruch der Betriebsspannung bei Volllast ein. Darüber hinaus befasst er sich ausführlich mit Röhren und ihren Ausgangskennlinien.

Methode und Quellen

Über die Wahl des WILDCAT Bassman Plus

Der Fender 5F6-A Bassman ist eine der am häufigsten kopierten Schaltungen und somit ein Klassiker unter den Gitarrenverstärkern [6, S. 1].

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Mixed-Signal-Baugruppen“ wurde an der TU Berlin ein erweiterter Fender 5F6-A Bassman unter dem Namen WILDCAT Bassman Plus entwickelt [5, Kap. 3, S. 15-16], welcher mit freundlicher Unterstützung der Firma TIGRIS ELEKTRONIK GMBH zur Verfügung gestellt und bei allen Messungen und perzeptiven Tests dieser Arbeit verwendet wird.

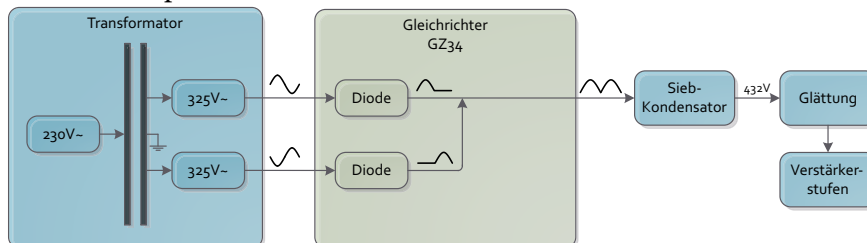
1.) Fender Musical Instruments Corporation Inc.

Die ausgewählten Netzteile im Überblick

Anmerkung: Es werden grundsätzlich bei jedem Netzteil die erforderlichen Heizspannungen von einer externen Spannungsquelle bereitgestellt. Als Last dient stets ein Widerstand von 2Ω .

1. Originalnetzteil (mit externen Heizspannungen)

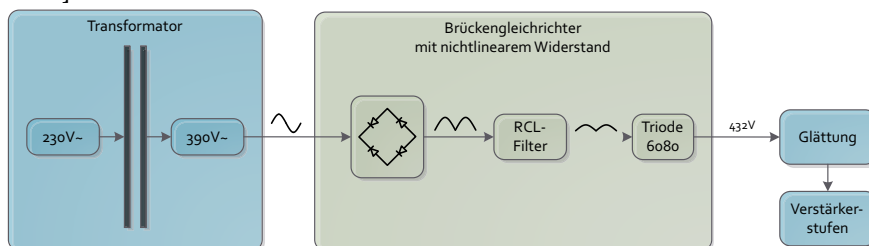
Das Originalnetzteil des WILDCAT Bassman Plus zeichnet sich insbesondere durch seine Gleichrichterröhre GZ34 aus. Diese Röhre verfügt über einen hohen Innenwiderstand, der sich nichtlinear verhält [5, Kap. 3, S. 69-73][6, S. 131-134].



2. „Low-Noise“-Netzteil

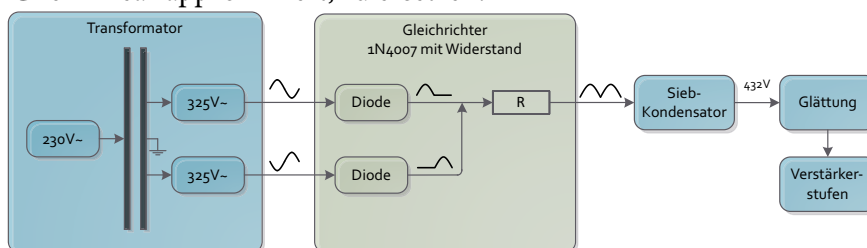
Das „Low-Noise“-Netzteil bildet alle Eigenschaften des Originalnetzteils in Bezug auf den Spannungseinbruch bei Last ab, ist aber weitgehend brummfrei [5, Kap. 5, S. 5-9].

Der nichtlineare Innenwiderstand der GZ34 wird dabei durch eine 6080 Triode nachgebildet [5, Kap. 5, S. 13].



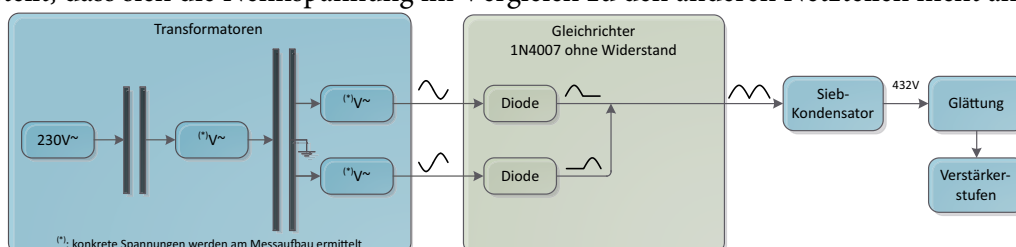
3. Siliziumgleichrichter mit approximiertem Innenwiderstand

Bei diesem Netzteil wird die gängige Praxis angewandt, die GZ34 Gleichrichterröhre durch zwei Siliziumdioden vom Typ 1N4007 und einen ohm'schen Widerstand, der den Innenwiderstand der GZ34 linear approximiert, zu ersetzen.



4. Siliziumgleichrichter ohne Innenwiderstand

Wie (3.), nur ohne Widerstand. Es wird durch einen vorangeschalteten Stelltransformator sichergestellt, dass sich die Nennspannung im Vergleich zu den anderen Netzteilen nicht ändert.



Messsignale

Input

Um einer Gitarre möglichst nahe zu kommen, werden neben ungedämpften 110 Hz (leere A-Saite) Sinusbursts auch exponentiell abklingende [7, Kap. 1, S. 42] 110 Hz Sinusbursts als Stimuli gewählt, wobei die Längen jeweils 2 s betragen.

Um zu klären, ob sich der Spannungseinbruch im Netzteil frequenzabhängig verhält, wird der Verstärker mit diskreten Sinusbursts zwischen 40 Hz und 500 Hz stimuliert. Die untere Frequenz von 40 Hz ist dadurch begründet, dass der Bassman von Fender ursprünglich als Bassverstärker entwickelt wurde. [6, S. 5]

Output

Gemessen werden Zeitverläufe und Frequenzspektren am Lastwiderstand hinter der Endstufe des Verstärkers. Die Nennspannung des Netzteils wird ebenfalls in ihrem Zeitverlauf gemessen. Dazu werden Oszilloskop und Audioanalyzer eingesetzt.

Hörversuch

Stimuli

Für die Klangbeispiele werden typische Gitarrenpassagen mehrerer Musikstile mit einem Audiointerface über einen Impedanzwandler aufgenommen.

Diese werden anschließend aus der DAW¹ über eine Reamping-Schaltung² in den Verstärker eingespeist, über eine passende Lautsprecherbox abgespielt und mikrofoniert.

Durchführung

Es wird ein ABX-Vergleichstest nach [8] durchgeführt. Als Software wird das an der TU Berlin im Fachgebiet Audiokommunikation entwickelte Tool „WhisPER“ eingesetzt.

Arbeits- und Zeitplan

Tabelle 1: Zeitplanung der Phasen

Aufgabe	Dauer
Literaturrecherche, Exposé und Planung der Messungen	1 Monat
Aufbau der Netzteile und elektrische Messungen	1 Monat
Aufnahmen der Klangbeispiele und Durchführung des Hörversuchs	1 Monat
Schriftliche Auswertung der Ergebnisse	1 Monat

1.) Digital Audio Workstation

2.) „Wiederaufnahme“-Schaltung zur galvanischen Entkopplung und Pegelanpassung.

Literatur

- [1] Zwicker, Tilmann; Buus, Søren: „When Bad Amplification is Good: Distortion as an Artistic Tool for Guitar Players“. In: *The Journal of the Acoustical Society of America, Volume 103, Issue 5*, New York, 1998
- [2] Rutt, T. E.: „Vacuum Tube Triode Nonlinearity as Part of the Electric Guitar Sound“. In: *AES 76th Convention*, New York, 1984
- [3] Martin, Bryan: „Gain Stage Management in Classic Guitar Amplifier Circuits“. In: *AES 135th Convention*, New York, 2013
- [4] Jay, Gordon: „The Characteristics of Conventional and Switching Power Supplies in Analog Signal Processing“. In: *AES 97th Convention*, San Francisco, 1994
- [5] Westphal, Henry; Erbes, Vera; Estrella, Jorgos; Fischer, René; Gonzales, Sebastian; Haag, Markus; Hofmeyr, Neels-Janosch; Löbbicke, Kai; Schmidt, Thomas; Straube, Stefan: *Abschlussbericht: Projekt „Gitarrenverstärker WILDCAT“*. Technische Universität Berlin, 2007.
- [6] Kuehnel, Richard: *Circuit Analysis of a Legendary Tube Amplifier: The Fender Bassman 5F6-A*. 3. Aufl. Seattle: Amp Books LLC, 2009
- [7] Zollner, Manfred: *Physik der Elektrogitarre*. Regensburg, 2009 (Vorveröffentlichung). Zugänglich im Internet: <https://hps.hs-regensburg.de/~elektrogitarre/pdfs/gesamt.pdf> (abgerufen am 01.05.2014)
- [8] Leventhal, Les: „Type 1 and Type 2 Errors in the Statistical Analysis of Listening Tests“, *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 34, No. 6, 1986 Juni