

Der Einsatz von Pentoden in Vor- und Treiberstufen

In den Eingangsstufen und Treiberstufen von Audioverstärkern werden oft Trioden eingesetzt. Es gibt aber auch Situationen, in denen eine höhere Verstärkung benötigt wird. Pentoden für den Kleinsignalbereich werden heute aber kaum noch produziert und der Einsatz von NOS-Ware für neue Entwicklungen ist nicht sinnvoll, da nicht sicher ist, ob diese Röhren in einigen Jahren noch verfügbar sind.

Zur Erhöhung der Verstärkung können zwei Triodenstufen eingesetzt werden, es gibt aber auch alternative Schaltungstechniken wie den Einsatz von Konstantstromquellen, die SRPP-Stufe oder die Cascodenschaltung. Letztere wird in der Audiotechnik sträflich vernachlässigt, trotz ihrer guten Eigenschaften. Ein unbestrittener Vorteil der Cascodenschaltung liegt darin, daß beide Röhrensysteme direkt miteinander gekoppelt sind, ohne einen zusätzlichen Koppelkondensator. Dadurch wird eine sehr hohe Stabilität ohne Beeinflussung des Phasenganges erreicht, was wiederum für die Gegenkopplung wichtig ist. Das Rauschen ist wesentlich geringer als bei einer Pentode, die Rückwirkung auf den Eingang gering und die Bandbreite somit sehr groß.

Leider wird oft der Fehler gemacht, daß für diese Stufe ungeeignete Röhren eingesetzt werden. Die ECC88/E88CC wurde speziell für die Cascodenschaltung in HF-Eingangsstufen entwickelt. Durch die niedrige Anodenspannung der ECC88 arbeitet die Cascodenstufe auch an gängigen Betriebsspannungen problemlos, im Gegensatz zu anderen Röhren, bei denen eine wesentlich höhere Betriebsspannung benötigt wird.

Wir haben dieses Konzept in unserer Endstufe HE-65 eingesetzt, da bestimmte Endröhren im Triodenbetrieb eine höhere Steuerspannung benötigen, die durch eine einzelne Triodenstufe nicht erreicht werden kann.

Single-Ended-Universalendstufe HE-65 für EL34, EL156 und KT-Röhren

Anfang 2019 haben wir unsere Single-Ended-Universalendstufe für die Röhre EL84 vorgestellt. Als Ergänzung haben wir nun eine Variante für die Röhren EL34, EL156, KT-Röhren sowie pinkompatible Röhren entwickelt, welche eine kostengünstige Alternative zu unserer modularen Single-Ended-Endstufe mit der Treiberstufe HE-52 darstellt.

Die Treiberstufe in der Universalendstufe HE-65 arbeitet mit der Röhre ECC88/E88CC und erlaubt zwei unterschiedliche Betriebsarten. Für steile Endröhren im Ultralinearbetrieb wird eine geringe Steuerspannung benötigt. Die Treiberstufe kann somit im Triodenbetrieb mit parallel geschalteten Trioden arbeiten. Werden weniger steile Endröhren eingesetzt oder wird der Triodenbetrieb der Endröhre bevorzugt, so ist eine höhere Steuerspannung nötig. In diesem Fall wird die Treiberstufe in Cascodenschaltung betrieben, welche eine höhere Verstärkung und damit einen höheren Spannungshub bei triodenähnlichem Charakter erlaubt.

Wie bei der kleinen Version für die EL84 kann auch hier eine phasenstarre Gegenkopplung oder eine Über-Alles-Gegenkopplung eingesetzt werden, auch hier erfolgt der Aufbau nach dem Dual-Mono-Prinzip auf getrennten Platinen im Euroformat. Dieser Endstufenbausatz schließt auch die Lücke zu unserer früheren Single-Ended-Stereoendstufe mit einer Endröhre pro Kanal, welche in unseren älteren Publikationen beschrieben wurde und kann auch als direkter Ersatz für die Projekte mit der PCL86 eingesetzt werden. Die Endröhre EL156 ist ebenfalls einsetzbar, sofern die neuere Produktion mit Oktalsockel eingesetzt wird.

Für größere Projekte mit mehreren Endröhren ist diese Universalendstufe nicht ausgelegt. Werden mehrere Endröhren eingesetzt, so muß dies auch in der Treiberstufe berücksichtigt werden, da diese neben dem nötigen Spannungshub auch den nötigen Strom aufbringen muß, da die Endstufen mit ihrer Beschaltung eine Last für die Vorstufe darstellen. Für derartige Projekte haben wir eine spezielle Treiberstufe HE-52 im Programm, welche für die Ansteuerung mehrerer Endröhren sowie auch für Endröhren mit sehr niedriger Verstärkung wie z.B. die Röhre 300B oder 6C33 ausgelegt ist.

Passende Ausgangsübertrager wie den AS-134-15 oder AS-165-15 haben wir in unserem Standardsortiment, Versionen mit modifizierter Primärimpendanz für andere Röhrentypen können auf Anfrage angefertigt werden.

Projekt: Kopfhörerverstärker

Das Musikhören über Kopfhörer erfreut sich nach wie vor großer Beliebtheit, aber leider werden die klassischen Kopfhörer durch moderne Konzepte etwas in den Hintergrund gedrängt. Einerseits sind Neuerungen wie Noise-Cancelling und Bluetooth-Verbindung ein praktischer, technischer Fortschritt, andererseits ist aber die Elektronik im Kopfhörer im Wesentlichen verantwortlich für dessen Klang. Zudem kommt noch die Entmündigung des Benutzers durch eine technische Begrenzung des maximalen Pegels.

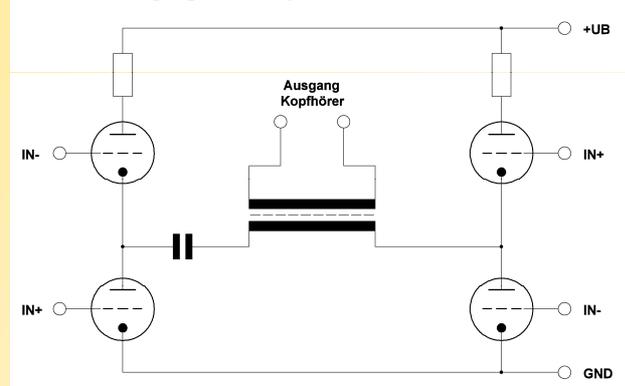
Es gibt aber durchaus noch viele hochwertige, passive Kopfhörer namhafter Firmen auf dem Markt. Genau für diese Kopfhörer ist ein sehr guter Verstärker essentiell. Die gängigen Kopfhörerausgänge der meisten Verstärker werden entweder aus der Endstufe durch einen Spannungsteiler versorgt oder besitzen eine Treiberstufe mit Standard-Operationsverstärkern. Meist wird damit das klangliche Potential des Kopfhörers nicht ausgeschöpft.

Genau an diesem Punkt setzen wir mit unserem Kopfhörerverstärker KV-TS an. Der Verstärker ist vollständig in Röhrentechnik aufgebaut, wobei auf eine sehr kurze Signalanstiegszeit geachtet wurde. Dadurch verfügt der Verstärker über eine sehr hohe Feinzeichnung. Der Verstärker arbeitet durchwegs symmetrisch, die Phasendrehung übernimmt der Eingangsübertrager E-1220, welcher gleichzeitig für eine galvanische Trennung zum Zuspeler sorgt. Auch der Kopfhörer wird über einen speziell hierfür entwickelten Übertrager angekoppelt. Durch die galvanische Trennung wird auch sichergestellt, daß der Kopfhörer nicht mit der Anodenspannung in Berührung kommt. Dies ist aus Sicherheitsgründen, wie auch zum Schutze des Kopfhörers unerlässlich.

Die Impedanzen gängiger Kopfhörer liegen im Bereich von 32...600 Ohm. Für eine korrekte Anpassung kann der Ausgang für Impedanzen von 32...150 Ohm sowie 150...600 Ohm beschaltet werden. Der Verstärker kann zwei Kopfhörer gleichzeitig versorgen.

Die Verstärkung wird von der Röhre E88CC übernommen, die Ausgangsstufe in Brückenschaltung arbeitet mit zwei Röhren ECC99 pro Kanal, dies ermöglicht eine ausreichende Leistung bei einer moderaten Betriebsspannung. Als Koppelkondensatoren werden MKP-Kondensatoren von Mundorf eingesetzt, der Aufbau erfolgt kanalgetrennt auf zwei Platinen.

Ausgangsstufe Kopfhörerverstärker KV-TS



Der Kopfhörerverstärker verfügt über eine hohe Eingangsempfindlichkeit, er kann direkt an eine Signalquelle ohne einen weiteren Vorverstärker angeschlossen werden. Eine Lautstärkebegrenzung ist nicht vorgesehen, da verschiedene Kopfhörermodelle auch verschiedene Leistungen benötigen. Um eine Überlastung des Kopfhörers sowie Hörschäden zu vermeiden, sollte ein Pegelsteller am Eingang zur Lautstärkebegrenzung vorgesehen werden.

Ein Kopfhörer wird gerne als akustische Lupe bezeichnet, da bereits minimale Störgeräusche deutlich hörbar werden. Deswegen erfordert der Kopfhörerverstärker KV-TS eine sehr saubere Betriebsspannung, dafür empfehlen wir das geregelte Netzteil HE-42 mit zusätzlicher Vorsiebung durch eine Siebdrossel. Damit wird ein wesentlich höherer Fremdspannungsabstand erreicht, als bei Versorgung des Kopfhörers durch eine Leistungsendstufe mit nachgeschaltetem Spannungsteiler.

Auch eine kleine Single-Ended-Endstufe ist für Kopfhörerbetrieb geeignet, sofern der Ausgangsübertrager eine entsprechende Sekundärwicklung bereitstellt. Da beim Kopfhörer in der Regel Spannungsanpassung vorliegt, wird für einen 600-Ohm-Kopfhörer ein Abgriff bei 32 Ohm benötigt, um die benötigte Spannung zu erreichen. Kopfhörer mit geringerer Impedanz müssen dann über einen Spannungsteiler angepaßt werden, damit diese nicht durch eine zu hohe Spannung überlastet werden. Zudem müssen die hohen Kosten für einen derartigen Übertrager berücksichtigt werden, da hier nur hochwertige Schnittbandkern-Typen geeignet sind.

Weitere Informationen zum Projekt finden Sie auf unserer Webseite: www.experience-electronics.de

Single-Ended-Endstufe mit der Röhre EL156

Die Röhre EL156 wurde, wie auch die EL34, als Endpentode für Audioanwendungen konzipiert. Mit zwei Röhren EL156 können im Gegentakt-AB-Betrieb eine Ausgangsleistung von 130 W und im Single-Ended-Betrieb eine Leistung von bis zu 24 W erzielt werden - nach Datenblattangaben und bei entsprechend hohem Klirrfaktor.

Für hochwertige Verstärker über 100 W gibt es heute eine Vielzahl von Konzepten mit unterschiedlichen Röhren, für den Single-Ended-Bereich jedoch ist die EL156 nach wie vor eine interessante Röhre. Die Original-Version der EL156 von Telefunken ist heute kaum noch zu vernünftigen Preisen erhältlich, die Neuauflage von Shuguang ist von sehr guter Qualität und Stabilität, sofern man nicht die maximale Anodenspannung bzw. Anodenverlustleistung ausreizt. Leider werden auch diese Exemplare langsam rar, weswegen wir uns für eine Veröffentlichung der Bauanleitung entschieden haben und einige Komponenten zum Bau anbieten.

Es gibt viele Single-Ended-Konzepte mit dieser Röhre, wobei immer die Leistung im Vordergrund steht. Wir sind einen etwas anderen Weg gegangen und haben uns für eine moderate Leistung bei einer moderaten Betriebsspannung entschieden, wobei die Wiedergabequalität und Betriebssicherheit das Ziel waren. Im Triodenbetrieb wird eine Leistung von 7 W erzielt. Erfordern ihre Lautsprecher eine höhere Leistung, so raten wir von diesem Endstufenkonzept ab.

Als Treiberröhre wird die Röhre C3g eingesetzt. Da beide Röhren eine hohe Steilheit aufweisen, ist ausreichend Verstärkung vorhanden, um beide Stufen in Triodenschaltung zu betreiben. Da der g_3 -Anschluß der C3g auch mit dem inneren Schirm verbunden ist, ist dieser auf Masse gelegt. Die Gegenkopplung ist phasenstarr ausgelegt, der Ausgangsübertrager wird nicht in die Gegenkopplung einbezogen. Das Eingangssignal wird durch den Eingangübertrager E-1220 galvanisch getrennt eingekoppelt, für eine höhere Eingangsempfindlichkeit kann dieser alternativ als 1:2-Übertrager beschaltet werden. Im Signalweg befindet sich somit nur ein Koppelkondensator, dies sind ideale Voraussetzungen für Experimente mit verschiedenen Kondensatoren zur Ermittlung der klanglichen Unterschiede. In unserem Prototypen setzen wir hier einen Mundorf M-Cap Supreme Silber/Gold/Öl in Verbindung mit einem Glimmerkondensator ein, dies zeigt in diesem Konzept eine sehr gute Räumlichkeit in Verbindung mit hohem Detailreichtum und lebendigen Klangfarben. Der Aufbau der Endstufe kann problemlos in Freiverdrahtung erfolgen, da nur wenige Bauteile erforderlich sind. Die g_1 -Vorwiderstände müssen direkt am Röhrensockel angebracht werden, um die Schwingneigung der steilen Röhren zu unterdrücken.

Sofern die C3g nicht zur Verfügung steht, kann auch eine Treiberstufe mit der E88CC mit entsprechender Umdimensionierung eingesetzt werden, wie in unserem Bausatz HE-65, der auch für die EL156 eingesetzt werden kann. Ultralinearbetrieb der Endröhre EL156 ist ebenfalls möglich, wurde von uns aber nicht gewählt. Bei UL-Betrieb ist mit einer Leistungssteigerung von 20...30 % zu rechnen, auf Kosten eines höheren Klirrfaktors. Dazu wird der G_2 -Anschluß über den Vorwiderstand mit der Anzapfung der Primärwicklung verbunden.

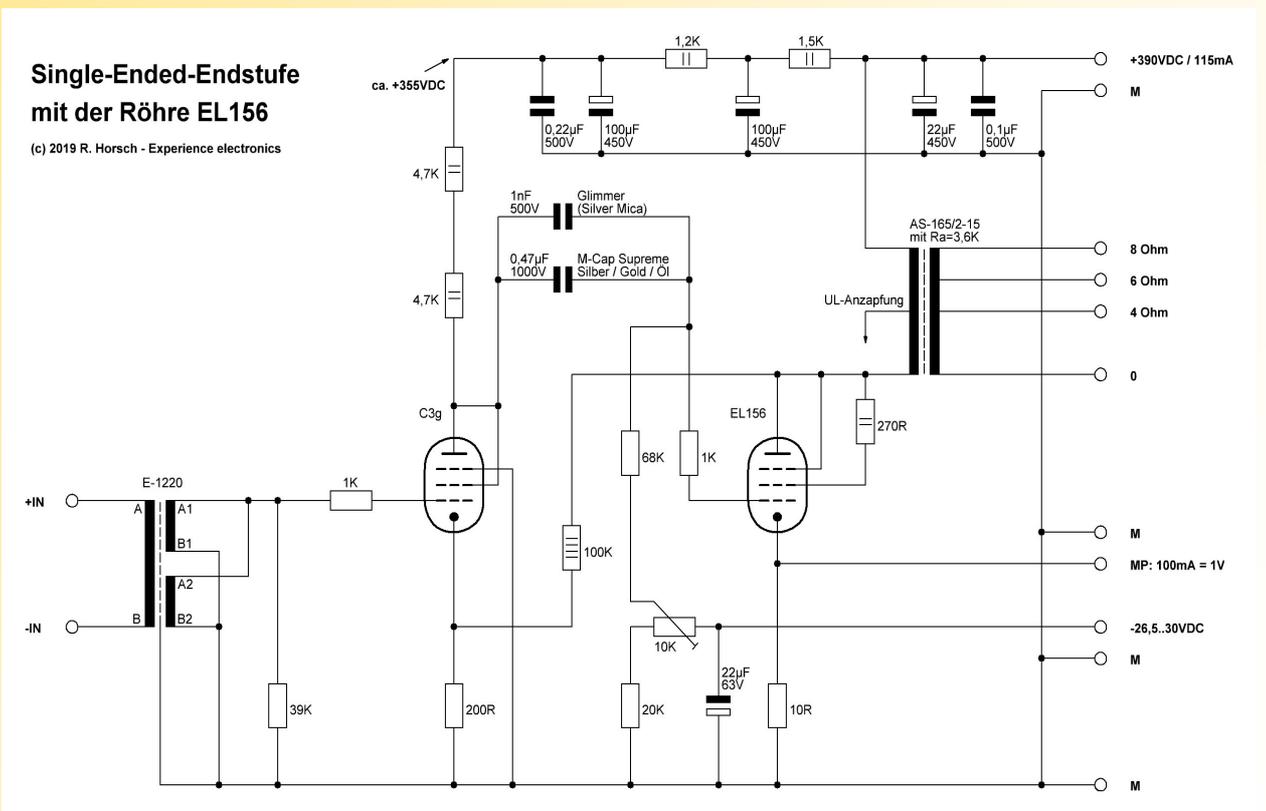
Zur Siebung der Anodenspannung der Endstufe ist eine doppelte Drosselsiebung erforderlich. Im Netzteil kann der Netztransformator NTR-11-15 für Stereobetrieb eingesetzt werden, dieser ist auch für eine Gleichstromheizung ausgelegt. Für die negative Gittervorspannung wird eine gesiebte Spannung von -26,5...30 V benötigt, welche ebenfalls vom Netzteil bereitgestellt wird. Als Ausgangsübertrager wird der Typ AS-165/2-15 mit SM 102-Schnittbandkern und einer für diese Schaltung **abgeänderten Primärimpedanz von 3,6 KOhm** eingesetzt.

Durch die höhere Primärimpedanz wird der Arbeitsbereich der Endstufe in den lineareren Teil des Kennlinienfeldes verschoben, was deutliche klangliche Vorteile mit sich bringt, da die Klirrfaktoren geringer und die Zusammensetzung des Klirrspektrums harmonischer werden. Die maximale Leistung beträgt in dieser Betriebsart jedoch nur 7 W. Ebenso kann ein Ausgangsübertrager mit einer Primärimpedanz von 2,4 KOhm eingesetzt werden, damit kann mit einer Betriebsspannung von 420 V eine Leistung von etwa 10 W erzielt werden. Eine weitere Leistungserhöhung ist möglich, wenn die Endstufe im Ultralinearbetrieb arbeitet. All diese Maßnahmen zur Leistungssteigerung gehen allerdings auf Kosten des Klirrspektrums und damit der Klangqualität der Endstufe.

Single-Ended-Endstufe mit der Röhre EL156 - Fortsetzung

Die Röhre EL156 wird auf einen Ruhestrom von 100 mA eingestellt, dies entspricht einer Anodenverlustleistung von etwa 37 W, welche einen sicheren Betrieb und eine lange Lebensdauer garantiert. Die EL156 zeigt sich in diesem Arbeitspunkt sehr stabil in den Werten, bei unserem Prototypen blieb der Ruhestrom über einen Zeitraum von über zwei Jahren konstant auf dem eingestellten Wert. Zur Erhöhung der Leistung kann die Betriebsspannung der Endstufe auf 420 V erhöht werden, der Ruhestrom sollte dann aber auf 95 mA eingestellt werden und darf 100 mA keinesfalls überschreiten. Am Netztransformator ist eine entsprechende Anzapfung von 315 VAC vorgesehen. Dabei ist jedoch zu beachten, daß bei der RC-Siebung der Treiberstufe die Widerstände entsprechend angepaßt werden müssen, damit deren Betriebsspannung wieder bei etwa 355 V liegt. Die angegebenen Spannungen für die Hochspannung sind Richtwerte, eine Abweichung von einigen Volt, bedingt durch Bauteiltoleranzen, sind unkritisch.

Werden hochwertige Komponenten eingesetzt, so kann eine High-End-Endstufe für höchste Ansprüche aufgebaut werden. Das empfohlene Netzteil ist für zwei Kanäle ausgelegt, je nach persönlichem Geschmack kann ein Stereoverstärker aufgebaut werden oder es können zwei Monoblöcke mit gemeinsamem, ausgelagerten Netzteil aufgebaut werden. Bedingt durch die großen Anodenbleche der EL156 benötigt diese nach dem Einschalten eine gewisse Zeit, bis sie einen thermisch stabilen Zustand erreicht, erst dann entfaltet die Endstufe ihr gesamtes Klangpotential. Auch dem M-Cap-Koppelkondensator sollte nach der ersten Inbetriebnahme eine gewisse Einspielzeit von einigen zig Stunden zugestanden werden, bis er sein ganzes Klangpotential entfalten kann.



Empfohlene Komponenten für eine Stereoendstufe oder Dual-Mono-Aufbau mit gemeinsamem Netzteil:

- Netztransformator NTR-11-15
- Ausgangsübertrager AS-165/2-15 mit eine Primärimpendanz von 3,6 kOhm
- HV-Netzteil HE-46 mit 2 Netzsiebdröseln D-5075
- LV-Netzteil HE-33 für die Gleichstromheizung
- Optional: Muting-Steuerung HE-86

Meßwertfetischismus und Kondensatorklang

Meßwerte sind wichtig, dies wird nicht in Frage gestellt. Aber sie sind eben nicht alles. Daß ein Verstärker ein Mindestmaß an Kanaltrennung und Fremdspannungsabstand aufweisen muß, ist unbestritten. Dies ist aber keine Garantie für einen guten Klang. **Dieser Artikel soll zum Nachdenken anregen.**

Beginnen wir mit dem Fremdspannungsabstand und sehen uns eine große PPP-Endstufe an, welche 200 W Leistung an 4 Ohm abgibt, was einer Spannung von 29 dBV entspricht. Bei einer gemessenen Fremdspannung von 400 μ V, entsprechend einem Wert von -68 dBV, beträgt dann der Fremdspannungsabstand 97 dB, bezogen auf Vollaussteuerung! Wenn man nun diesen Verstärker mit durchschnittlichen Lautsprechern mit 85 dB Wirkungsgrad betreibt, ist alles in Ordnung. Man wird die Verstärkerleistung auch benötigen, wenn man gerne etwas lauter hört. Nun gibt es aber auch Zeitgenossen, die an einen derartigen Verstärker einen Hornlautsprecher mit weit mehr als 100 dB Wirkungsgrad anschließen und den Verstärker mit etwa 1 Watt Leistung betreiben, womit bereits eine sehr hohe Lautstärke erzielt wird. Und plötzlich wundert man sich über die Störgeräusche im Lautsprecher - trotz der ach so guten 97 dB Fremdspannungsabstand des Verstärkers. Berechnet man jedoch den Fremdspannungsabstand bei der genutzten Leistung von 1 W, so sind es auf einmal nur noch 74 dB, da diese Angabe auf die Leistung bezogen ist. In beiden Fällen ist jedoch die Angabe vom -68 dBV korrekt, da dieser Wert auf 1 V bezogen ist. Dummerweise suggeriert die dB-Angabe (ohne V) durch ihren höheren Zahlenwert einen besseren Fremdspannungsabstand und ist damit ideal für die Angaben im Datenblatt des Gerätes. Wenn dann noch durch technische Optimierung dieser von 97 dB auf 100 dB angehoben wird, sieht das zwar schön aus, löst aber nicht das Problem der Störgeräusche bei hochsensiblen Lautsprechern. Insofern ist man gut beraten, die Angaben genau zu lesen und richtig zu interpretieren und nicht nur auf extreme Werte zu achten.

Auch eine extrem hohe Kanaltrennung soll Segen bringen. Bei durchschnittlichen Werten sprechen böse Zungen von einem „besseren Mono“. Nun betrachten wir einmal die Situation bei der Aufnahme vernünftiger, handgemachter Musik. Hier befinden sich mehrere Musiker meist gemeinsam in einem Raum. Auch bei einem Orchester werden die Instrumente nicht einzeln eingespielt. Auch wenn mit mehreren Mikrofonen aufgenommen wird, ein gewisses Maß an Übersprechen ist durch den Raum vorhanden. Die Aufnahmetechnik hat auch nur eine begrenzte Kanaltrennung, was insbesondere auf die analoge Schallplatte zutrifft. Nicht zuletzt gibt es im Abhörraum auch ein Übersprechen der beiden Lautsprecher. Nun ist es doch verwunderlich, daß es den Technikern über Jahrzehnte trotz all dieser negativen Einflüsse gelungen ist, Tonträger zu produzieren, die wir mit Genuß anhören - oder etwa nicht?

Sicher, man kann noch mit Gewalt das letzte dB an Kanaltrennung und Fremdspannungsabstand herausholen und dies auch mit teuren, hochwertigen Meßgeräten beweisen, aber was nutzt das, wenn der Verstärker z.B. eine schlechte Impulsantwort zeigt, weil die Treiberstufe falsch dimensioniert ist oder die Gegenkopplung eine Phasenverschiebung erzeugt, die zu Schwingneigung führt? Dann hat man zwar wunderbare Meßwerte (die zumeist mit einem Sinus-Dauerton ermittelt werden), aber trotzdem keinen wunderbaren Klang.

Zudem sollt man sich vor Augen halten, daß man geringfügige Abweichungen in Pegel und Frequenzgang zwar wunderschön dokumentieren kann, aber in einer realen Abhörsituation, also im häuslichen Wohnzimmer, wohl kaum wahrnehmen wird. Wenn die Mitte um 0,5 dB zu weit links liegt, hat das wohl weniger Auswirkung als der Vorhang, der vor der Lautsprecherbox hängt, weil diese auf das Fensterbrett verbannt wurde. Auch ein linealgerader Frequenzgang wird spätestens unter Einbeziehung der Lautsprecher, der Raumakustik und der mitschwingenden Dekorationsgegenstände wohl nicht mehr so linear sein.

Auch eine Schattenseite will genannt sein: wenn man eine sehr hochwertige Anlage besitzt und diese ideal auf den Abhörraum abgestimmt ist, stellt man überraschenderweise fest, daß einige liebgezwonnene Aufnahmen auf einmal nicht mehr so toll klingen. Man hört die Fehler, die bei der Aufnahme gemacht wurden, sehr deutlich heraus. Einige Aufnahmen zerfallen regelrecht bei sehr hoher Kanaltrennung, andere zeigen eine begrenzte Dynamik oder andere unschöne Effekte. Welchen Ausweg gibt es nun aus diesem Dilemma? Nur noch Referenzaufnahmen hören? Dann kann es schnell eintönig werden, wenn man immer nur die selben paar Platten hören darf.

Meßwertfetischismus und Kondensatorklang - Fortsetzung

Kondensatorklang - die große Streitfrage. Den idealen Kondensator gibt es nur in der Theorie. Alle erhältlichen Kondensatoren sind mehr oder weniger nahe an diesem Ideal, aber eben nicht zu 100 %. Dieses „mehr oder weniger“ sind die kleinen Unterschiede, die klanglich wahrgenommen werden können und größtenteils auf Nichtlinearitäten beruhen, die den Frequenzgang und die Klirrfaktoren beeinflussen. Wir haben bei unserer EL156-Endstufe einen Koppelkondensator vorgesehen, der im laufenden Betrieb umgeschaltet werden kann, um einen direkten Vergleich zu ermöglichen. Als Referenz haben wir einen Wima MKP10-Kondensator eingesetzt. In mehreren Tests über längere Zeit hinweg hat sich deutlich gezeigt, daß es klangliche Unterschiede gibt. Diese sind teilweise sofort hörbar, teilweise so subtil, daß sie erst nach vielen Stunden einen Eindruck festigen. Natürlich kann immer nur der Klang des jeweiligen Kondensators zusammen mit der ganzen Anlage beurteilt werden. Wir betrachten nun einige Beispiele unserer Versuche: die Mundorf EVO-Typen haben im Testverstärker einen spitzen Klang gezeigt. Bei einer in den Höhen zurückhaltenden Anlage mag dies eine Verbesserung darstellen, in unserem Fall war es zuviel des Guten. Der letztendlich eingesetzte Mundorf M-Cap Supreme SGO zeigte sich zuerst eher unauffällig, jedoch nach längerem Hören wurde klar, daß dieser Kondensator den Mittenbereich und somit die Gesangsstimmen und Instrumente äußerst lebendig und natürlich wirken ließ. Durch Parallelschaltung eines kleinen Glimmerkondensators wurde die Wiedergabe hoher Töne noch etwas in den Vordergrund gerückt, dies ist jedoch Geschmackssache. Russische Ölpapierkondensatoren zeigten einen sehr warmen Grundtonbereich, waren aber in den Höhen eher zurückhaltend. Bei den Standard-MKP-Typen waren hingegen kaum Unterschiede zum Referenzkondensator hörbar. Dieser Test soll zu eigenen Versuchen ermutigen.

So, nun können wir endlich in aller Ruhe Musik hören. Die Anlage ist über Jahre hinweg optimiert, im Hausverteiler befinden sich Goldsicherungen, der Hörplatz ist auf den Millimeter ausgemessen, die Lautsprecherkabel sind eingespielt (und die Lautsprecher hoffentlich auch). Frau und Kinder sind im Wellnesshotel, die mechanischen Uhren sind abgestellt, auch die Pumpe der Fußbodenheizung. Schnell noch das WLAN abschalten. Nach 3 Referenzplatten wird dann doch der Fehler gemacht, eine alte Platte aus der Jugendzeit herauszuholen, die muß ja auf der Anlage gigantisch gut klingen. Nach den ersten Takten wird das Gesicht jedoch immer länger und die Freude an der Platte immer kleiner. Leider wurde sie nach dem damaligen Zeitgeist abgemischt und die Tontechniker hatten andere Ziele als die perfekte Anlage. Die Musik sollte wahrscheinlich auch auf einem Radiorecorder noch gut klingen. Nun wird mancher evtl. darüber nachdenken, ob nicht doch ein Klangregler oder eine künstliche Reduzierung der Kanaltrennung vorteilhaft wäre. Leider ist dies aber bei der teuren High-End-Anlage nicht vorgesehen :-). ...mehr dazu im nächsten Newsletter.

Resümee

Finden Sie Ihren eigenen Weg, mit dem Sie Ihre Anlage nach Ihren Vorstellungen optimieren und mit Genuß ihre Lieblingsmusik anhören können. Wenn Sie mit Koppelkondensatoren und Gegenkopplungen experimentieren möchten, was hindert Sie daran? Auch wenn Ihre Vorstellungen von den allgemeinen High-End-Vorstellungen abweichen, wo liegt das Problem? Wenn Sie mit neuen Lautsprecherkabeln zum Preis eines Kleinwagens glücklich sind - warum nicht? Und wenn Sie den Baß etwas anheben möchten - nur zu!

Es ist **Ihre Anlage**, mit der **Sie ihre Musik hören** und **Freude daran haben**.

Ausblicke

In der nächsten Ausgabe unseres Newsletters:

- Transistorendstufe Black Devil MK2
- Klangregler in Theorie und Praxis
- Aktive Frequenzkorrekturfilter für Lautsprecher

Impressum

Herausgeber: Rainer Horsch EXPERIENCE electronics
Kastanienweg 12, 86169 Augsburg
www.experience-electronics.de

Der gewerbliche Gebrauch der Beiträge ist untersagt. Die gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich der elektrischen Sicherheit sind zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für Korrektheit und Verwendbarkeit der Schaltungen sowie der technischen Informationen ist ausgeschlossen. (c) 2019