



T.Hartwig-ELektronik Inh. Thomas Hartwig
Blumenweg 3a, D-34355 Staufenberg
Tel. 05543-3317, E-Mail
Bürozeit: Mo-Do, ca. 10.00-12.00 + 14.00-16.00 Uhr
Ust. ID. Nr.: (VAT) DE 115268023
Datenschutzerklärung

[< zur Startseite](#)

[Gesamtübersicht](#)
[Audio-Module](#)

[Netzteil](#)
[Grundlagen](#)

[Waren-](#)
[Bestellung](#)

völlig abgefahrenes Ausnahme-Netzteil



Black-Pulsar Die audiophile Masterversion eines Netzteils

Stromgeregeltes Doppel-Netzteil mit elektronischem Shuntwiderstand für Vorstufen, Aktivweichen, usw. Dies ist eine der ungewöhnlichsten Methoden, ein Netzteil zu bauen. Die gesamte Energie einer Konstantstromquelle wird in einem elektronischen Lastwiderstand verheizt, abzüglich der Energie, die der Verbraucher zieht. Die perfekte Schaltungsart für eine extrem saubere und schnelle Spannung. Rauschen und andere Störungen sind auf das Niveau von Akkus reduziert.
Für Audiomodule bis max. 500mA !!



seit 2013

Energie-Vergeudung in seiner reinsten Form

Der Begriff "**Klasse-A**" ist eher in der Verstärkertechnik geläufig. Ihn auf ein Netzteil anzuwenden, hat sich noch nicht so entwickelt. Diese Bezeichnung dient jedoch zum besseren Verständnis der Funktionsweise dieses Ausnahme-Netzteils. Das Schaltungs-Prinzip ist vergleichbar mit einem Auto, das mit Vollgas gefahren und die Geschwindigkeit nur mit der Bremse geregelt wird (nicht nachmachen!). Allerdings liegen die maximalen Verlustwerte unserer Schaltung bei max 12 Watt pro Hälfte. Deshalb ist dieses Prinzip hier noch vertretbar. Jedoch ist es angesichts der Verlustwerte erforderlich, dass die Sache richtig gemacht wird.

Als Belohnung scheint ein bisher nicht erfüllbares Wunschdenken erreicht worden zu sein - Eine Spannung in Akku-Qualität

Durch geschickten Einsatz von MOS-FET's und bipolaren Transistoren ist diese perfektionierte Schaltungsart prinzipiell frei von jeglicher Schwing- und Rauschneigung. Sogar Netzstörungen werden wirkungsvoll unterdrückt, da eine Stromquelle für Wechselstrom jeder Art einen nahezu unendlich hohen Widerstand darstellt. Deshalb sind auch so gut wie keine messbaren Brummspannungen oder andere Störanteile vorhanden. Auch ist keine einzige Kompensations-Maßnahme erforderlich, wie sie oft bei spannungsgeregelten Netzteilen üblich ist.

Das ermöglicht einen puristischen Bauteile-Einsatz, was sich entsprechend auf die Lebendigkeit der Musikwiedergabe auswirkt. Im Vergleich mit dem oben erwähnten Auto wird vorstellbar, wie extrem schnell so ein Netzteil auf Lastanforderung reagiert, ohne jegliche Neigung zum Überspringen. Auch können je nach Bedarf und Vorliebe unbegrenzte Elkokapazitäten folgen.

Die **Performance-Steigerung angeschlossener High-End Audiomodule** ist von solchem Ausmaß, dass der relativ hohe Energieverlust auf jeden Fall gerechtfertigt erscheint. Vorstufen, Phonovorstufen, usw. erreichen ihr höchstes Level, hervorgerufen durch eine Spannungsreinheit, wie sie bisher nur von **Akkus** bekannt ist, und diese sogar in einigen Werten - wie z.B. Schnelligkeit - noch übertrifft.

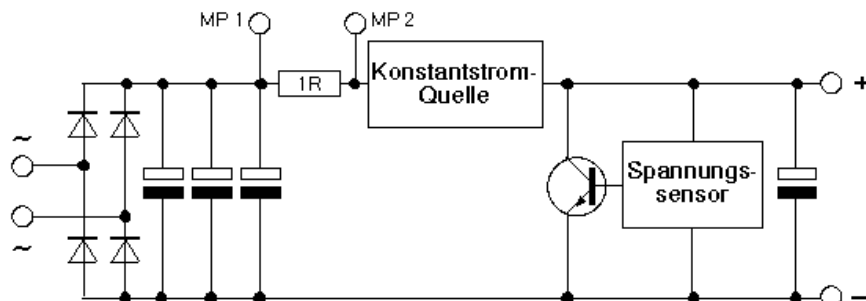
Diskret aufgebaut

Die Regelelektronik ist eine bewährte klassische Analogschaltung ohne ICs.

Wichtige Bauteile sind von hoher audiophiler Qualität: Superschnelle Gleichrichterioden, nach eigenem Messverfahren ausgesuchte Elkos in Bezug auf Verlustwerte, Verhalten bei Parallelschaltung und Temperaturverhalten, sowie geradliniges Layout und einfache Handhabung.

Man bedenke, dass die Ausgangsspannung einer Audioschaltung zu 100% aus der Versorgungsspannung besteht, lediglich moduliert vom Eingangssignal. Erst dadurch mag bewusst werden, wie wichtig die Qualität der Stromversorgung ist und welch ungeahnte Auswirkungen ein solch abgefahrenes Netzteil besitzt.

Prinzip eines Class-A Netzteils mit elektronischem Shuntwiderstand



Von Z-Dioden bekannt. Dort belastet eine Z-Diode einen Vorwiderstand und teilt sich den Strom mit dem Verbraucher. Allerdings nur für winzige Ströme und einfache Anwendungen geeignet. **Hier werkelt jedoch eine präzise Regelung:** Wird keine Last angeschlossen, so fließt durch den Shuntwiderstand (im Bild der Transistor) der gleiche Strom, wie durch die Stromquelle. Beim Anschluss einer Last gibt der Transistor entsprechend nach und hält dadurch die Spannung konstant.
Strom und Ausgangsspannung sind präzise einstellbar

Der maximal einstellbare Strom richtet sich nach der Eingangsspannung der Konstantstromquelle (Ausgang Gleichrichter unter Last) und sollte eine Verlustleistung von nicht mehr als ca. 10-12 Watt hervorrufen (ergibt eine Kühlertemperatur von ca. 55°C über Umgebung). Hinweis: Der Verbraucher kann nicht mehr Strom ziehen, als die Konstantstromquelle durch ihre Einstellung liefert. Das sollte man bei extremer Impulsbelastung bedenken, wobei der Ausgangs-Elko einen gewissen Mehrstrom im Impulsmoment abgeben kann (siehe auch [hier](#)).

Berechnung der Verlustleistung (Kühlkörper)

Eingangsspannung (MP1 gegen Minus; s.oben) multipliziert mit dem eingestellten Strom der Konstantstromquelle. Ohne Last ist der Shuntstrom mit dem der Stromquelle identisch, beide Stufen erwärmen den Kühlkörper anteilmäßig und ergeben in der Summe die Verlustleistung. Vom Shunt-Strom kann der Verbraucherstrom abgezogen werden. Wodurch sich anteilmäßig die Verlustleistung verringert. Abzuziehen wäre die Leistung des Verbrauchers. Diese ergibt sich aus Verbraucherspannung multipliziert mit dem Verbraucherstrom.

Einstellungs-Beispiel

22Volt Eingangsspannung (für z.B. 18V stabilerer Ausgang) ergibt einen max. möglichen Strom von 450mA (10 Watt dividiert durch 22 Volt = 450mA). Gemessen zwischen MP1 und MP2; mV=mA.

Der max Strom von 1A sollte also nur bis 10-12 Volt Eingangsspannung eingestellt werden.
Bei 35 Volt Eingangsspannung sind ca. 300mA maximal möglich. siehe auch die Tabelle unten.

Als Anhaltspunkt dient ein Strom, der mindestens doppelt so hoch sein sollte, wie der Verbraucher zieht. Für einen noch höheren Strom kann man sich entscheiden, wenn die obige Berechnung und die Wärmeentwicklung das zulässt und sich ein weiterer klanglicher Erfolg ergibt.

Anwendungs-Beispiel

Unsere Supervorstufe VX-Line nimmt eine Strom von ca- +/- 60mA bei +/- 24Volt auf. Hier würde man die Konstantstromquelle auf ca. 100-200mA einstellen. Max Impulsstrom bei niederohmigen Kopfhörerbetrieb ca. +/- 300mA. Hier würde man die Konstantstromquelle auf ca. 400-500mA einstellen.

Das Netzteil ist doppelt aufgebaut (zwei galvanisch getrennte Hälften). Die beiden Spannungen können nur einzeln, oder für eine symmetrische Anordnung (+/-) verwendet werden. Das Prinzip dieser Netzteilschaltung lässt eine Parallelschaltung der Ausgänge nicht zu.

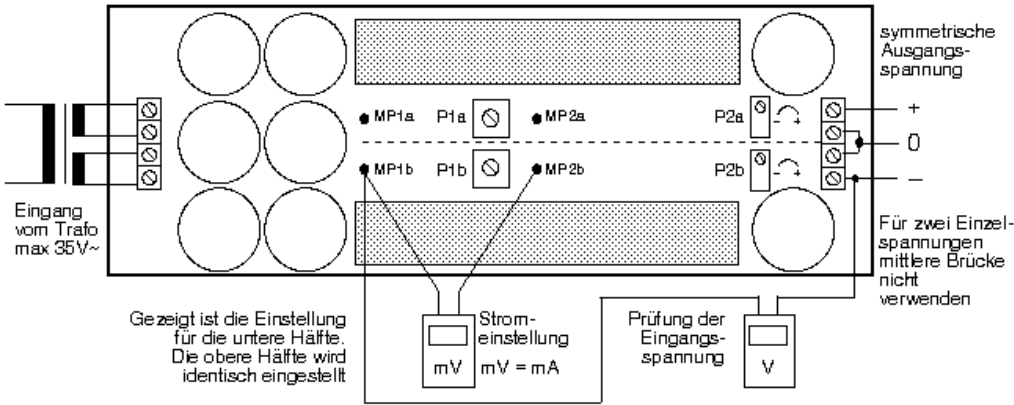
Gehäusebelüftung

Der Kühler darf eine Temperatur von 85°-90° Grad erreichen. Wird das Netzteil mit einer Verlustleistung von mehr als 2x6 Watt betrieben, so könnte bei einem zu kleinen Gehäuse eine Belüftung nötig sein. Im Zweifel testen. Eine Belüftung könnte mittels Bohrlöcher im Boden (unter oder neben der Leiterplatte) und in der Rückwand angebracht werden.

Info zur Elkotemperatur:

Bei max. 85° Grad Kühlertemperatur (12W im nicht geschlossenen Gehäuse) pendelt sich die Elkotemperatur bei ca. 45° Grad ein.

Kurzschlussfest aus Prinzip - auch in diesem Falle kann nicht mehr, als der eingestellte Strom fließen.



Anschlussbild
Die erforderliche effektive Trafowechselspannung siehe weiter unten.
Trafo-Nennspannungen gelten unter Vollast. Siehe auch hier:
Wird das Spannungspoti (P2) höher gedreht, als max Spannung möglich ist, verhält sich das Netzteil wie eine Konstantstromquelle, d.h., der max eingestellte Konstantstrom fließt erst, wenn eine entsprechend starke Last angeschlossen wird. In diesem Falle passt sich die Ausgangsspannung dem Konstantstrom an. Für eine symmetrische Spannung werden die beiden Ausgänge in Reihe geschaltet, wie in Abb.
Parallelschaltung ist hier nicht möglich.

Doppelnetzteil, galvanisch getrennt

Die Ausgangsspannung muss vor Ort entsprechend den Erfordernissen eingestellt werden.

Preise (inkl. Mwst)

Typ	Elkos Hauptsiebung	EUR
BLP 10/35	6x10.000µ/35V	125,00
BLP 6,8/50	6x 6.800 µ/50V	129,00
	Maße: LxBxH=200x71x54mm (Höhe ab Unterkante Leiterplatte)	

Wichtige Info

Wenn das Black-Pulsar der Teil eines Gesamtsystems Ihrer Bestellung ist (z.B. Vorstufe mit Netzteil), so wird das Black-Pulsar voreingestellt geliefert, so dass Sie es ohne weitere Einstellungen in Betrieb nehmen können.

Die Stromangabe bezieht sich auf den eingestellten Strom der Stromquelle. Der Verbraucher sollte max. die Hälfte dieses eingestellten Stromes benötigen.

Hinweis

Das Black-Pulsar passt in der **Höhe** nicht ganz in unsere Gehäuseserie GHX, die mit -07 enden (Innenhöhe 62mm)
Die montierten Abstandsbolzen M3x10 müssten gegen M3x5 getauscht werden.

Maximale Strom-Einstellungen

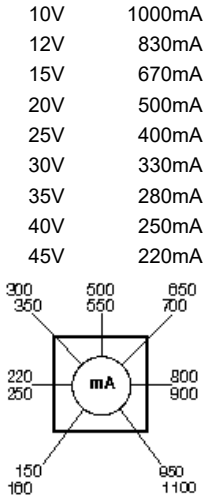
Die **Tabelle rechts** zeigt die Grenzwerte des einstellbaren Stromes (MP1 > MP2) in Abhängigkeit zur Eingangsspannung (MP1 gegen Minus). Dabei bedeutet die Stromangabe die der Konstantstromquelle. Der Verbraucher sollte max. die Hälfte dieses eingestellten Stromes benötigen (110-500mA).
Bei sehr guter Gehäusebelüftung kann der max. Strom um bis zu 20% erhöht werden. Höhere Ströme führen nicht sofort zur Überlastung, sondern können kurzzeitig auch für evtl. Tests eingestellt werden. z.B. 3-facher Höchststrom für max 1 Minute. Die Verlustleistung des Shunt-Reglers und der Konstantstromquelle ergeben in der Summe die Verlustleistung des Kühlkörpers, die ca. 12 Watt nicht übersteigen darf. Siehe auch Berechnung der Verlustleistung.
Der Strom kann auch ohne Messgerät grob eingestellt werden. Auf der Grafik rechts ist die jeweilige Potistellung zu erkennen. Die Werte berücksichtigen die max. Potitoleranzen und leichte Abweichungen bei starken Eingangsspannungsunterschieden. Eine sehr hohe Genauigkeit der Stromeinstellung ist in der Praxis nicht nötig. Der Sinn des Schaltungsprinzips ist bereits erreicht, wenn der Strom mindestens auf den doppelten Wert des Verbraucherstroms eingestellt wird.

Maximale Spannungs-Einstellungen

Die eingestellte Ausgangsspannung kann höchstens auf ca. 2-3Volt unter der Eingangsspannung eingestellt werden. Darüber arbeitet die Spannungsstabilisierung nicht mehr, und das Netzteil geht in den reinen Strombetrieb über.
Die Höhe der Ausgangsspannung hat keinen Einfluss auf die Stromgrenzwerte. Sie verändert nur die Aufteilung der Verlustleistung zwischen Shunttransistor und Stromquelle, die in der Summe immer gleich bleibt. Lediglich der Strom des Verbrauchers reduziert entsprechend die Verlustleistung des Shunttransistors.

Die erforderliche effektive Trafowechselspannung beträgt im unbelasteten Zustand das ca. 0,7 fache der Eingangsgleichspannung. Unter Last verringert sich die Trafowechselspannung entsprechend, so dass für die erforderliche Gleichspannung nahezu der gleiche Wert für den Trafo gilt. Daher kann hier für die erforderliche Trafospannung keine genaue Angabe gemacht werden. Folgende Richtwerte können angenommen werden:

Trafospannung (AC)	max Ausgangsspannung (DC)
9V	5-6V
12V	9-12V



15V	12-16V
18V	16-20V
24V	24-27V
30V	30-36V

Dabei wird von einem normal dimensionierten Trafo mit Nennbelastung ausgegangen. Wird ein Trafo überdimensioniert, oder wird er deutlich unter seinem Nennstrm belastet, kann eine etwas höhere Ausgangsspannung, als in der Tabelle angegeben, eingestellt werden. Die Angaben in der Tabelle sind daher Richtwerte und können in der Praxis leicht abweichen.



Empfohlenes Trafomodul TM50/20

Diese Trafomodul ist optimal geeignet, das Black-Pulsar mit Wechselspannung zu versorgen. Zahlreiche Spannungskominationen sind möglich.

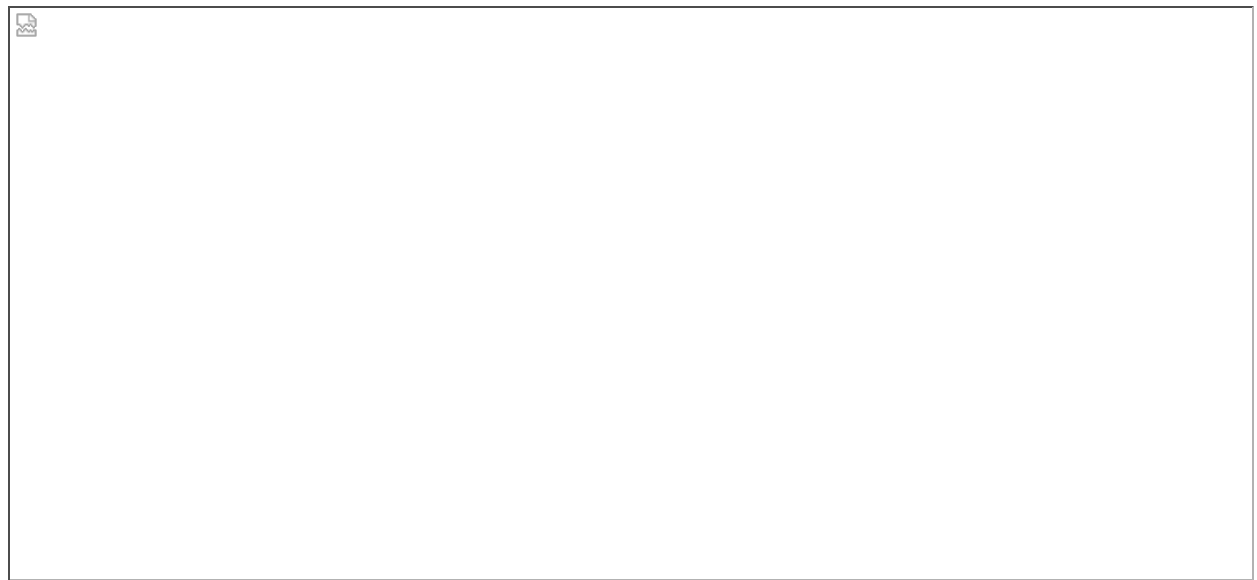
Anschlussbeispiele mit dem Trafomodul TM50/20

Es kann auch die Trafoserie NT-LN 50... eingesetzt werden

Aus den technischen Daten der Trafomoduleserie TM... geht hervor,
mit welcher Ausgangsspannung nach Gleichrichtung an den Siebelkos unter Last gerechnet werden kann.
Diese Spannung liegt dann beim Blackpulsar vor dem Regler an. Die Regelverluste belaufen sich auf ca. 3-4V.
Somit kann die Ausgangsspannung nicht höher als 3-4V unter der Siebspannung eingestellt werden.



1.
**Anschluss des Trafomoduls
für ein Single-Netzteil mit
hoher Ausgangsspannung**



2.
**Anschluss des Trafomoduls
für ein Single-Netzteil mit
hohem Ausgangsstrom**



3. Anschluss des Trafomoduls für zwei getrennte Netzteile

**Die typische Beschaltung für
ein Links/Reschts getrenntes
Netzteil in einer
Audioanwendung**