

Marshall

Wie stellst Du fest, ob die Anschlußwerte Deiner Boxen mit Deinem Amp harmonisieren?

Die hier folgenden Hinweise sind für fortgeschrittene User mit einigem technischen Verständnis gedacht. Falls Du die Erläuterungen nicht verstehen solltest, oder auch nur in einem Punkt unsicher bist, so wende Dich an einen erfahrenen Techniker oder Deinen Händler.

Nun aber zur Sache: Im ersten Schritt wird die wichtige Übereinstimmung/Anpassung der Impedanz geprüft. Stelle dazu fest, ob Dein Amp mit einer Röhrenendstufe oder einer Transistor- (bzw. Mosfet-) Endstufe ausgestattet ist.

Danach gehst Du vor wie folgt.:

1. Impedanzwahl bei einer Röhrenendstufe:

WICHTIGER HINWEIS: Ist keine Box angeschlossen oder das Lautsprecherkabel defekt, so kann dies zu einem Defekt in der Röhrenendstufe führen. Ist die Gesamtimpedanz der Boxen höher als die Ausgangsimpedanz der Röhrenendstufe, so ist die Betriebssicherheit der Endstufe sehr stark gefährdet. Zu niedrige Boxenimpedanzen führen zu höherem Röhrenverschleiß und ggf. auch zu weiteren Defekten.

Tip zum Thema Ausgangsübertrager: Stehen mehrere Varianten der übereinstimmenden Impedanzwahl zur Verfügung (z.B. Variante 1: Amp und Box auf jeweils 4 Ohm - oder Variante 2: Amp und Box auf jeweils 16 Ohm), so sind beide Varianten möglich, führen jedoch zu einem leicht abweichenden Klangergebnis. Hier sollten vielleicht beide Varianten einmal getestet werden.

An dieser Stelle noch ein **Hinweis für Kenner:** Die Impedanz eines Lautsprechers oder einer Lautsprechergruppe ist signalabhängig, d.h. sie ist genau genommen kein als fest anzunehmender Wert. Zur Festlegung der Anschlußimpedanzen können diese Abweichungen jedoch vernachlässigt werden, so daß wir im folgenden Text zur Vereinfachung (branchenüblich) von festen Impedanzwerten ausgehen.

1.1. Entnimm der Bedienungsanleitung des Verstärkers alle **möglichen Anschlussimpedanzen** für die Verbindung mit den Lautsprecherboxen und merke sie Dir. (Jede dieser Impedanzangaben steht für eine Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers deines Amps.) Stelle fest, wie zwischen diesen Wicklungen (Impedanzen) an Deinem Verstärker umgeschaltet wird, bzw. an welchen Ausgangsbuchsen welche Impedanz anliegt, und welche der Ausgangsbuchsen ggf. parallel bzw. in Reihenschaltung (extrem selten) verdrahtet sind.

1.2. Um Dich für eine dieser Ausgangswicklungen (Impedanzen) zu entscheiden, mußt Du nun die Gesamtimpedanz Deiner Boxen festlegen. Dazu stellst Du zuerst die Impedanz **jeder einzelnen** Box fest (Typenschild oder Bedienungsanleitung) und merkst sie Dir bzw. notierst sie auf einem Zettel, den Du Dir an die Box klebst.

1.2. Bei einem **Amp mit Röhren-Endstufe** muß die Ausgangsimpedanz des Amps immer mit der Gesamtimpedanz der Boxen **übereinstimmen**. Je nach der Art und Weise, wie Du die Boxen untereinander verschaltest, hast Du die Möglichkeit, ihre Gesamtimpedanz zu variieren.

1.3 Suche genau nach dem Impedanzwert, den Dein Amp liefern kann **und** auf den Du die verwendeten Boxen konfigurieren kannst. Siehe dazu auch: "Bestimmung der Gesamtimpedanz bei Verwendung mehrerer Boxen." **Auf diesen Wert stellst Du den Amp ein, schließt die Boxen entsprechend an und es kann losgehen - vorausgesetzt Du hast auch die Belastbarkeit der Boxen geprüft. Im anderen Fall mußt Du unbedingt eine andere Boxenkonfiguration wählen.**

Marshall

2. Impedanzwahl bei einer Transistor- oder Mosfet-Endstufe:

WICHTIGER HINWEIS: Defekte Lautsprecherkabel oder Kurzschlüsse in der Lautsprecherverbindung (z.B. durch einstecken der Speakerkabel während des Betriebs) können zu einem Defekt in Transistorendstufen führen. Ist die Gesamtimpedanz der Boxen kleiner als die Ausgangsimpedanz der Endstufe, so ist die Betriebssicherheit einer Transistorendstufe besonders stark gefährdet. Ist die Impedanz der Boxen dagegen höher, so arbeitet die verwendete Transistorendstufe völlig betriebssicher, liefert jedoch nicht ihre maximale Ausgangsleistung.

2.1 Bei einer bipolaren Transistor- bzw. einer Mosfetendstufe ermittelst Du zuerst die **Mindestimpedanz**. Sie gibt an, welchen Wert die Gesamtimpedanz der angeschlossenen Lautsprecherboxen mindestens haben muß, damit die Endstufe betriebssicher arbeiten kann. Stelle fest, ob die Ausgangsbuchsen auch wirklich parallel verdrahtet sind.

2.2. Bestimme die **Gesamtimpedanz der verwendeten Boxen** gemäß der unter **Punkt 3.** erläuterten Beschreibung.

2.3. Entspricht die Impedanz der verwendeten Boxengruppe **genau** der Mindestimpedanz, so kannst Du nun die Belastbarkeit der Boxengruppe bestimmen - und wenn diese ausreichend ist (mindestens gleich der maximalen Ausgangsleistung - besser jedoch mit min. 20% "Reserve") einfach anschließen. In diesem Fall liefert die Endstufe ihre volle Leistung.

2.4. Ist die Impedanz der Boxengruppe **niedriger** als die Mindestimpedanz, so mußt Du eine **andere Boxenkonfiguration** wählen, da sonst die Endstufe gefährdet ist. Ist sie dagegen höher, kann die Boxenkonfiguration getrost angeschlossen werden. Je **höher** dabei die Impedanz der Boxen, **desto kleiner ist dabei die Leistungsausbeute**.

3. Bestimmung der Gesamtimpedanz bei Verwendung mehrerer Boxen bzw. Lautsprecher:

Nach Möglichkeit sollten alle Boxen gleiche Impedanz haben, oder sie können zu "Blöcken" gleicher Boxenimpedanzen gruppiert werden. Ein Block besteht dabei aus mehreren Cabinets, die entsprechend ihrer Verschaltung untereinander genau den gewünschten Impedanzwert haben. So könnten z.B. (s. unten...**) zwei 8 Ohm Cabinets in Reihenschaltung als 16 Ohm Block fungieren, um dann mit einer 16 Ohm Box parallel verschaltet zu werden. Die Gesamtimpedanz liegt in diesem Fall bei 8 Ohm.

3.1. Einfacher Tip zur Reihenschaltung: Bei identischen Boxenimpedanzen nimmt man bei einer Reihenschaltung einfach die Einzelimpedanz mal der Anzahl der Boxen und hat mit dem Ergebnis die Gesamtimpedanz errechnet.

3.2. Einfacher Tip zur Parallelschaltung: Sind die Impedanzen der Boxen identisch, teilt man bei der Parallelschaltung einfach die Einzelimpedanz durch die Anzahl der Boxen um auf die Gesamtimpedanz zu kommen.

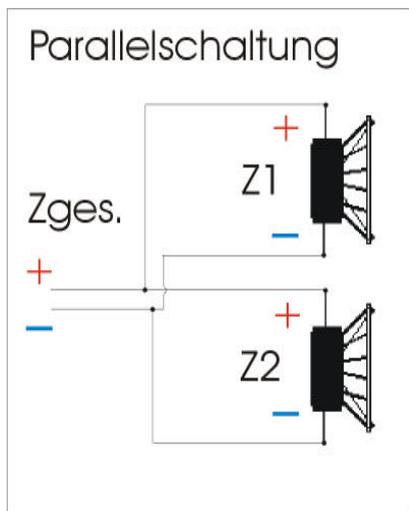
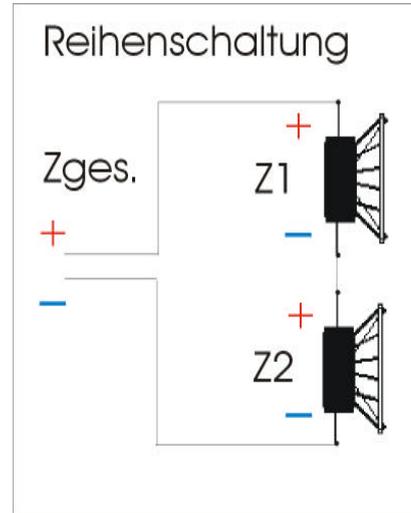
Marshall

3.3. Nachrechnen ist besser als nichts wissen. Deshalb hier das Ganze noch einmal für alle Mathematiker & Physiker:

Für die **Reihenschaltung** addieren sich die Einzelimpedanzen ($Z_1, Z_2, Z_3, Z...$) zur Gesamtimpedanz (Z_{ges}), also:

$$(Z_{ges}) = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z...)$$

Bei identischen Boxenimpedanzen also nur mit der Anzahl der Lautsprecher bzw. Boxen multiplizieren - fertig.



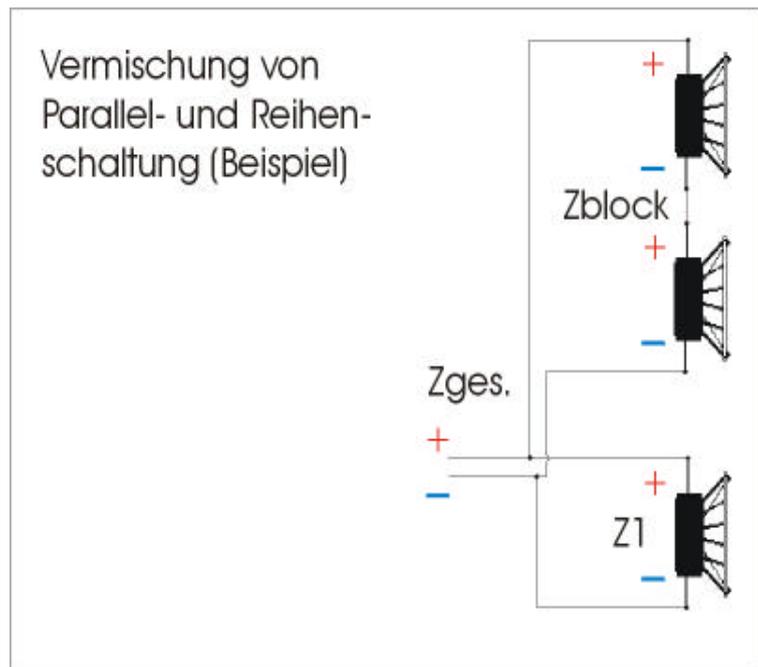
Bei der **Parallelschaltung** gilt:

$$(Z_{ges}) = 1:((1:Z_1)+(1:Z_2)+(1:Z_3)+(1:Z...))$$

Sind die Impedanzen der Boxen identisch, so erübrigt sich das aufwendige Rechnen mit den Kehrwerten - einfach durch die Anzahl der Boxen teilen - fertig.

Vermischung von **Parallel und Reihenschaltung** - dazu das obige Beispiel*** noch einmal als Gleichung:

$$\begin{aligned} Z_{ges} &= 1: (1:Z_1 + 1:Z_{block}) \\ &= 1: (1:16 \text{ Ohm} + 1: (8 \text{ Ohm} + 8 \text{ Ohm})) \\ &= 1: (1:8 \text{ Ohm}) = 8 \text{ Ohm} \end{aligned}$$



Marshall

4. Zur Belastbarkeit der Boxen / Ausgangsleistung des Amps

Neben den korrekten Anschlußimpedanzen muß auch die Leistungsanpassung geprüft werden. Erst dann ist ein betriebssicheres Arbeiten mit den Komponenten gesichert. Bei zu niedriger Belastbarkeit der verwendeten Lautsprecher sind die Schwingspulen der Speaker gefährdet - sie können "verbrennen", d.h. der dünne Spulendraht verglüht und das Signal kann vom Speaker nicht mehr verarbeitet werden.

Beim Sicherstellen der korrekten Leistungsanpassung gehst Du am besten wie folgt vor:

4.1. Stelle zuerst die **Ausgangsleistung Deines Amps** fest. Solltest Du die Gesamtimpedanz der verwendeten Boxen bereits kennen, so lege sie dabei zu Grunde - schließlich hängt die Ausgangsleistung ja von der verwendeten Anschlußimpedanz ab...

4.2. Bei **identischen Lautsprecherimpedanzen** (also der üblichen Lautsprecherkonfiguration, z.B. innerhalb einer 4x 12" Box) **addieren** sich die Belastbarkeiten der Einzelspeaker zur Gesamtbelastbarkeit.

4.3. Werden Lautsprecher **verschiedener Impedanzen** zusammen betrieben, so wird der Speaker mit der kleinsten Impedanz am meisten belastet - seine Belastbarkeit gibt demnach auch die Gesamtbelastbarkeit der Lautsprechergruppe an (sofern er nicht mit einem zweiten Lautsprecher identischer Impedanz in Reihe geschaltet ist - in diesem Fall addieren sich wieder beide Belastbarkeiten...). Übrigens dominiert ein Lautsprecher kleinerer Impedanz auch recht stark das Klangbild, weshalb derartige Konfigurationen nur in Einzelfällen sinnvoll sind.

4.4. Beachte, daß bei Verwendung von **unterdimensionierten Endstufen** (zu wenig Leistung) die Gefahr groß ist, daß die **Endstufe im Clipping** betrieben wird. Dies ist im Einzelfall mit einem Gleichspannungsanteil am Endstufenausgang vergleichbar und kann damit ebenfalls zum Verbrennen der Lautsprecherschwingspulen führen.

WICHTIGER HINWEIS: Defekte Lautsprecher sofort austauschen, auch wenn von den anderen Lautsprechern noch Signal kommt. Denn die Gesamtbelastbarkeit einer Box ergibt sich aus den Belastbarkeiten (Leistungsangaben) der Einzellautsprecher - im Einzelfall kann ein einzelner "verbrannter" Lautsprecher weitere überlastete Speaker "nach sich ziehen", bzw. sogar die Endstufe zerstören.

WICHTIGER HINWEIS: Die **Leistungsangaben** von Gitarrenverstärkern beziehen sich meist auf eine RMS Messung der Endstufenleistung bei einem festen Klirrfaktor. Wird eine Endstufe jedoch - wie bei Gitarrenverstärkern oft üblich - im Sättigungsbereich betrieben, so werden die Lautsprecher deutlich höher belastet. Auch wenn bestimmte Lautsprecher an ihrer Leistungsgrenze besonders gut klingen, können sie dadurch zerstört werden. Wenn ein Lautsprecher Partialschwingungen zeigt ("matschiger" Sound) sollte in jedem Fall die Lautstärke reduziert werden.

5. Ergänzung mit Boxen wann ist das sinnvoll?

Die Verwendung zusätzlicher Boxen ist vor allem sinnvoll, wenn:

5.1. ...die verwendeten Cabinets nicht ausreichend belastbar sein sollten, oder wenn Du bei der Verschaltung der Boxen zwingend auf einen anderen Lastimpedanzwert kommen muß.

5.2. ...mehr Ausgangsleistung gebraucht wird, der Verstärker aber seine volle Leistung noch nicht an der verwendeten Box abgibt, bzw. wenn ein höherer Schalldruck von den Lautsprechern gefordert ist.

5.1. ...das Instrumentensignal „breiter“ verteilt werden soll, z.B. auf großen Bühnen.

Marshall

6. Fehlersuche

Betriebe Deine Boxen erst nach der Prüfung von Anschlußimpedanzen und Belastbarkeit der Lautsprecher. Nur dann ist die Betriebssicherheit Deiner Verstärkeranlage gewährleistet.

Hier noch einige Hinweise zur Fehleranalyse, falls doch mal ein Defekt im Zusammenhang mit unsachgemäßen Anschlüssen auftreten sollte. Diese Fehler können in der Regel nicht durch Garantieleistungen abgedeckt werden. Zu den typischen Defekten sind hier die häufigsten Fehlerursachen aufgeführt:

6.1. Fehler:

Ausgangsübertrager / Endröhren eines Vollröhrenverstärkers sind defekt, die Anoden-/ Kathodensicherungen der Endröhren sind durchgebrannt.

typ. Fehlerursache:

Falsche Boxenimpedanz bezogen auf die Ausgangsimpedanz des Verstärkers, Unterbrechung oder Kurzschluß im Lautsprecherkabel oder an einer Anschlußbuchse.

zu überprüfen:

Lautsprecherkabel, Anschlußbelegung am Verstärker, Impedanzwahlschalter, Gesamtimpedanz der Boxen.

Bemerkung:

Bei diesem "Super Gau" eines Röhrenverstärkers sind meist noch andere Bauteile in Mitleidenschaft gezogen. Sind ausschließlich die Röhren kurzgeschlossen, so ist ebenfalls Röhrenverschleiß oder eine falsche Biaseinstellung wahrscheinlich.

6.2. Fehler:

Die Leistungstransistoren einer Transistor / Mosfet-Endstufe sind defekt, bzw. die Endstufensicherungen sind durchgebrannt. Das Relais der Lautsprecherschutzschaltung ist verbrannt.

typ. Fehlerursache:

Zu niedrige Boxenimpedanz bezogen auf die Ausgangsimpedanz des Verstärkers oder Kurzschluß am Lautsprecherkabel / den Anschlußbuchsen. Keine ausreichende Kühlung der Endstufe durch verdeckte Lüftungsgitter oder defekte Lüfter.

zu überprüfen:

Lautsprecherkabel, Anschlußbelegung am Verstärker, Impedanzwahlschalter, Gesamtimpedanz der Boxen, Lüftungsgitter, Lüfter.

Bemerkung:

Auch eine falsche Einstellung des Ruhestroms, z.B. bei unsachgemäßen Reparaturen, kann zum Kurzschluß der Leistungstransistoren führen.

6.3. Fehler:

Einer oder mehrere Lautsprecher in den verwendeten Cabinets arbeiten nicht mehr. Bei der Durchgangsmessung zeigt sich, daß die Schwingspule Unterbrechung hat. Beim Entfernen der Schwingspule sind Schmauchspuren sichtbar.

Fehlerursache:

Der Lautsprecher wurde über seiner Leistungsgrenze betrieben und überlastet oder war einer Gleichspannung bzw. clippenden Endstufe ausgesetzt .

zu überprüfen:

Ausgangsleistung des Verstärkers in Bezug auf die Anschlußimpedanz und die Lautstärkeanforderungen.

Bemerkung:

Neben der Überprüfung aller Lautsprecher sollte zur Sicherheit auch die Endstufe gemessen werden, um ggF. einen zu hohen Gleichspannungsanteil am Ausgang festzustellen.

6.4. Fehler:

Bei einem Verstärker mit MOSFET-Endstufe sinkt die Ausgangsleistung im Laufe der Zeit - der Verstärker wird quasi "von allein" leiser.

Fehlerursache:

Die Endstufe ist nicht ausreichend gekühlt oder die Mindestimpedanz ist unterschritten.

zu überprüfen:

Anschlußimpedanz, Lüftungsgitter, Lüfter.

Bemerkung:

Mosfet-Endstufen sind verhältnismäßig unempfindlich beim Unterschreiten der Mindestimpedanz oder zu hohen Temperaturen, da sie in diesem Fall die Ausgangsleistung "von selbst" begrenzen.