

BOXENLUDER RELOADED

Wegen der Vielzahl an Verstärkerherstellern und Möglichkeiten sei darauf hingewiesen, dass dies nur ein grober Überblick sein kann! Zu jedem Thema könnte man wesentlich mehr schreiben, gäbe es noch 1000 Wenn-und-Abers hinzuzufügen. Dieses Nachschlagewerk soll lediglich eine Basis sein, auf die man weiteres Wissen aufbaut.

Ich möchte betonen, dass ich weder Elektriker, Elektroniker, noch Physiker bin! Die Weisheiten in diesem kleinen Kompendium habe ich mir in dreißig Jahren als Musiker angeeignet.

Ich danke den "HCAs" des "Musiker-Boards" sowie Arbeitskollegen, die mir geholfen haben zumindest die schlimmsten Fehler zu eliminieren! Alle Fehler die noch zu finden sind, gehen einzig auf mein Konto!

Aus rechtlichen Gründen muss ich betonen:
Alle Angaben sind ohne Gewähr!

Weitere Rechtshinweise auf der letzten Seite dieser PDF-Datei.

Made by Cadfael 2009

Cadfael und die Boxenluder

**Grundwissen zu Verstärkern
sowie Boxenverkabelung bei
Bass- & Gitarrenverstärkern**

Version 12.10-2

Erweiterte Ausgabe Teil 2/2

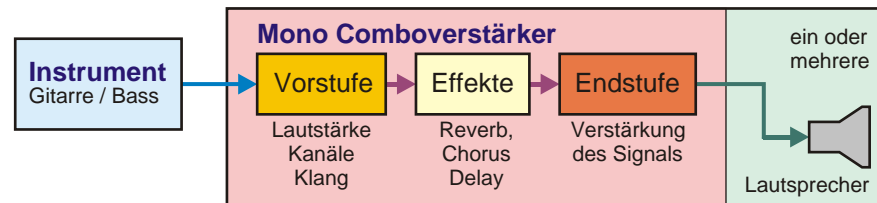
**Kein Nachschlagewerk für Experten,
sondern eine für Anfänger und Fortgeschrittene
geschriebene Einführung und Erläuterung!**

7.2 Mono-Setups

Das klassische Beispiel für ein Mono-Setup ist eine Gitarre, die an einen einfachen Comboverstärker angeschlossen wird.

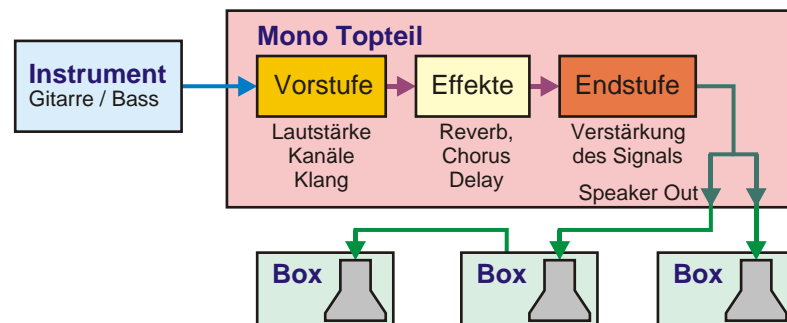
Wie viele Kanäle dieser Verstärker hat ist egal. Selbst ein Verstärker mit vier Kanälen kann mono sein. Neben Lautstärke und Verzerrung kann man in der Vorstufe den Klang regeln. Zudem haben viele Verstärker vor der Endstufe noch Effekte oder einen Einschleifweg.

Wie in Kapitel 5.1 erwähnt, schickt die Vorstufe dieses Signal aber nicht an zwei verschiedene Endstufen, sondern mischt einfach Original- und Effektsignal miteinander. Das Mischsignal wird dann an eine einzige Endstufe geschickt. Die Endstufe verstärkt das Signal und gibt es an den Lautsprecher weiter. Eine Zusatzbox würde lediglich das gleiche Signal zusätzlich wiedergeben. Sie gäbe kein anderes Signal ab. Daher bliebe der Verstärker mit Zusatzbox weiterhin mono.

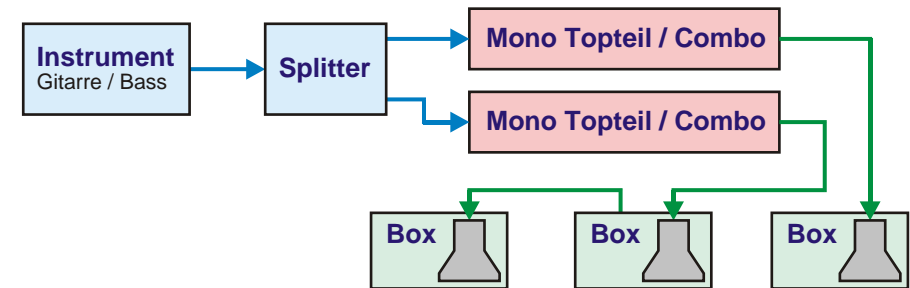


Die meisten Gitarren-Tops haben zwei oder mehr Ausgänge für Lautsprecher. Hat der Verstärker jedoch nur eine Endstufe, ist es egal ob ein, zwei oder hundert Boxen angeschlossen sind.

Da aus allen Boxen das gleiche Signal herauskommt, bleibt der Verstärker mono. Dabei spielt auch keine Rolle, ob die Boxen untereinander verbunden werden oder getrennt am Verstärker hängen (beides in Skizze dargestellt).



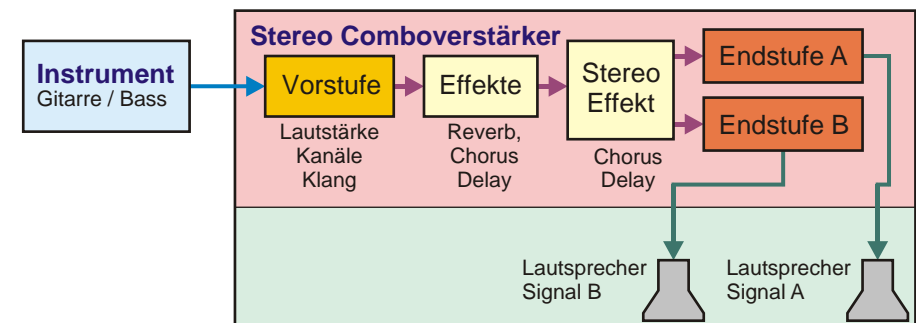
Was ist aber, wenn man seine Gitarre in einen "Splitter" (Verteilerbox) steckt, der das Signal an mehrere Verstärker gleichzeitig senden kann? Auch dann bleibt das Signal mono, da ja an beide Verstärker ein identisches Signal geschickt wird. Theoretisch kann man also eine ganze Verstärkerwand auf der Bühne stehen haben und trotzdem mono spielen.



7.3 Stereo-Setups

Von verschiedenen Herstellern gibt es seit Jahrzehnten Stereo-Verstärker zu kaufen. Einer der berühmtesten dürfte der Roland Jazz Chorus 120 sein. Peavey und andere Hersteller brachten später ähnliche Modelle heraus. Alte Stereo-Verstärker arbeiten meist mit Chorus-Effekten. Digital Delays waren damals viel zu teuer. Heutzutage gibt es dank Digitaltechnik eine ganze Reihe von Stereo-Verstärkern. Was diese Verstärker von normalen Verstärkern unterscheidet, sind die beiden eingebauten Endstufen.

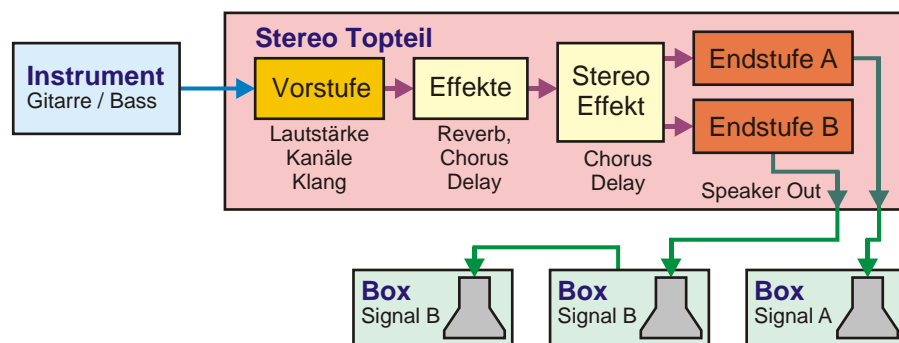
Von der Vorstufe geht es zuerst meist in Mono-Effekte. Am Ende der Kette steht dann ein Stereo-Effekt, der zwei unterschiedliche Signale liefert. Diese Signale werden getrennt an die beiden internen Endstufen geschickt. Jede Endstufe schickt das verstärkte Signal an (mindestens) einen Lautsprecher.



Im Grunde sieht der Aufbau mit einem Stereo-Topteil plus Stereo-Box genauso aus; nur dass sich die Lautsprecher außerhalb des Verstärkers befinden.

Eine weitere Variante ist es, sein Gitarrensinal an ein Bodeneffektgerät oder Multieffektgerät zu schicken. Von dort aus geht man in zwei Mono-Verstärker, die wiederum an einer Stereo-Box hängen. Dann gibt z.B. die linke Hälfte der Box das Signal von Verstärker A, die rechte Hälfte das Signal von Verstärker B wieder.

Nachteil aller drei Stereo-Setups ist, dass die beiden unterschiedlichen Signale durch die gemeinsame Lautsprecherbox sehr nah aneinander liegen. Aus mittlerer Entfernung ist kaum ein Stereo-Effekt wahrzunehmen, da die räumliche Trennung fehlt. Abhilfe schafft erst ein Stereo-Topteil oder ein Stereo-Combo mit zwei Boxen. Stellt man die Boxen weit auseinander oder im Winkel voneinander weg, ist der Stereo-Effekt deutlich zu hören.



Statt des Stereo-Verstärkers kann man natürlich auch mit seinem Instrument in ein Bodeneffektgerät oder Multieffektgerät gehen. Dort nutzt man einen Stereo-Effekt und schickt die beiden unterschiedlichen Signale zu zwei Mono-Verstärkern, die wiederum jeder eine separate Box haben. Dann gibt der eine Verstärker Signal A, der andere Signal B wieder.

7.4 Fullrange - Bi-Amping

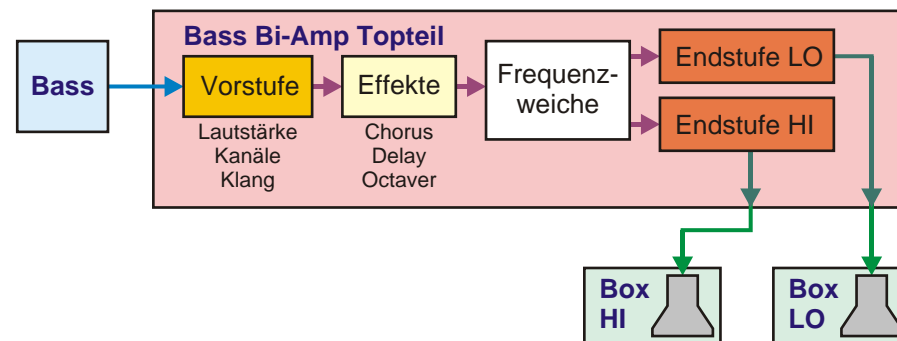
Alle bisher in diesem Kapitel vorgestellten Mono- und Stereo-Setups waren sogenannte **"Fullrange-Setups"**. Das gesamte Signal von tiefsten Bässen bis höchsten Höhen wird in seiner vollen Bandbreite (engl. full range) zu den Boxen geschickt. Falls es eine Aufteilung der Frequenzen gibt, findet sie erst innerhalb der Box über eine Frequenzweiche statt.

Es gibt aber noch so genannte **"Bi-Amping-Setups"**.

Beim Bi-Amping (Bi-Amp = zwei Verstärker) wird das Signal hinter der Vorstufe in einer Frequenzweiche aufgeteilt und an zwei Endstufen geschickt. Bei einem Signal das über ein sehr breites Frequenzspektrum geht (zum Beispiel bei E-Bässen) kann das Sinn machen. Ein Lautsprecher muss nicht mehr das gesamte komplexe Signalspektrum wiedergeben, sondern ist nur noch für Höhen, Mitten oder Bässe zuständig.

Die Frequenz bei der das Signal getrennt wird (Trennfrequenz) ist oft einstellbar. Nachdem das Signal nach Frequenzen getrennt wurde, geht es an zwei Endstufen. Die HI-Lautsprecher bekommen keine starken Hübe mehr ab und die LO-Lautsprecher müssen sich nur um die tieferen Frequenzen kümmern.

Da man für die Wiedergabe von Bässen (bei gleichem Lautstärkeempfinden) wesentlich mehr Leistung verbraucht als die Wiedergabe von Höhen, kann die HI-Endstufe wesentlich weniger Leistung haben. Wie groß die beiden Endstufen ausgelegt sind, hängt auch von der Trennfrequenz ab. Meistens hat jede Endstufe ihren eigenen Lautstärkeregler.

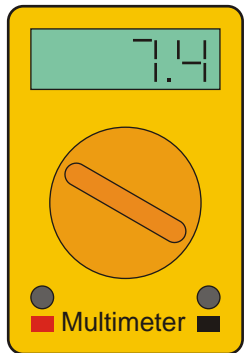


Bi-Amping findet man übrigens auch in einigen Bass-Combos. Bei der Roland D-BASS Serie oder einigen Gallien-Krueger Modellen gibt es eine separate Endstufe für den Hochtöner. HI und LO können sich auch in einer einzigen Box befinden.

"Tri-Amping" ist im Grunde das gleiche wie Bi-Amping, nur dass das Signal in Bässe, Mitten und Höhen aufgeteilt wird. Tri-Amping wird normalerweise nicht von Instrumentalisten eingesetzt, sondern findet seinen Einsatz eher im PA-Bereich.

8 Impedanz

In Physikunterricht an der Schule werden die meisten bereits den Begriff "Widerstand" gehört haben. Er hat das Kurzzeichen "R" (engl. "Resistance"). Bei Verstärkern und Boxen sprechen wir von "Impedanz", weil es sich hier um einen komplexen Wechselstromwiderstand handelt. Dieser Wechselstromwiderstand variiert je nach Frequenzen. Die Impedanz wird ebenfalls in Ohm (Ω) angegeben. Statt "R" wird für die Impedanz das Kurzzeichen "Z" benutzt.



Eigentlich könnte es uns egal sein, ob die exakte Bezeichnung nun Widerstand oder Impedanz heißt. Es gibt allerdings einen für Musiker sehr wichtigen Unterschied!

Will man den Wert eines Lautsprechers ermitteln, misst man ihn mit einem Ohmmeter / Multimeter durch. Da der Lautsprecher aber einen komplexen Wechselstromwiderstand hat, zeigt das Messgerät bei einem 8 Ohm Lautsprecher nicht 8 Ohm, sondern lediglich einen Wert von 6,7 oder 7,4 Ohm. Der angezeigte Wert ist also immer etwas geringer als der Nennwert des Lautsprechers.

8.1 Mindestimpedanz und Sollimpedanz

Wenn es um die Kombination von Verstärkern mit Boxen geht, muss die erste Frage immer lauten:

Handelt es sich um einen Röhren- oder Transistorverstärker?

Dabei ist unwichtig, ob in der Vorstufe des Verstärkers Röhren, Transistoren oder beides eingesetzt werden. Es kommt darauf an, wie die Endstufe des Verstärkers aufgebaut ist. Im Zweifelsfall sollte immer das Handbuch des Verstärkers gelesen werden!

Die Frage nach Transistor- oder Röhrenendstufe bei einem Verstärker ist wichtig, weil die beiden Endstufentypen nach unterschiedlichen Grundprinzipien arbeiten. Was einem Transistorverstärker in der Regel nichts ausmacht, kann für einen Röhrenverstärker innerhalb kürzester Zeit tödlich enden (Betrieb ohne Lautsprecher). Dafür interessiert es einen Röhrenverstärker nicht großartig, wenn die Impedanz der angeschlossenen Box(en) etwas zu klein ist - bei einem Transistorverstärker sehr gefährlich!

Es gibt auch Verstärker mit Endstufen, bei denen eine Röhre in eine Transistorschaltung eingebaut ist (z.B. Hughes & Kettner Quantum). Bei solchen speziellen Schaltungen sollte man unbedingt vorher das Handbuch lesen! Das empfiehlt sich allerdings generell! Passen die Impedanzen von Box(en) und Endstufe eines Verstärkers nicht optimal zusammen, sprechen wir von einer **Fehlanpassung**. Von der Art der Endstufe hängt entscheidend ab, wie auf die Fehlanpassung zu reagieren ist, um Schäden zu vermeiden. Als grobe Faustformel sollte man sich merken:

**Transistorendstufen haben eine Mindestimpedanz.
Röhrenendstufen haben eine Sollimpedanz.**

Den Begriff "Sollimpedanz" gibt es, soweit ich weiß, in der Fachwelt nicht. Ich benutze ihn trotzdem, um eine klare Abgrenzung zur "Mindestimpedanz" bei Transistorverstärkern zu schaffen. Wundert euch also nicht, falls sich ein Fachmann beim Begriff "Sollimpedanz" verwundert den Kopf kratzen!

Da hier andauernd von "Impedanz", "Sollimpedanz" und "Mindestimpedanz" die Rede ist, will ich diesen Begriff kurz - und unfachmännisch - erklären. Wer sich näher über dieses Thema informieren will findet im Internet (zum Beispiel bei Wikipedia) weitere Informationen und Links.

8.2 Impedanz bei Transistorverstärkern

(Verstärker mit Transistorendstufe)

Verstärker mit Transistorendstufe (auch "Solid State Amps" genannt) haben eine **"Nennimpedanz"** oder auch **"Mindestimpedanz"**. In den Handbüchern der Hersteller oder auf deren Websites ist sie meistens angegeben. Da heißt es zum Beispiel: "125 Watt an 8 Ohm". Dies bedeutet, dass angehängte Lautsprecher / Boxen zusammen mindestens eine Impedanz von 8 Ohm haben müssen. Bei Transistorendstufen darf die Impedanz problemlos höher sein. Manche Hersteller (z.B. Gallien-Krueger) geben an, dass ihre Verstärker auch ganz ohne Lautsprecher betrieben werden dürfen (was einer unendlich großen Impedanz entspricht).

Die Mindestimpedanz der meisten Transistorverstärker liegt bei 4 Ohm. Gerade Verstärker mit weniger Leistung haben oft 8 Ohm. Es gibt aber auch einige Hersteller (z.B. Peavey, Marshall, Eden Modelle), die ihre Verstärker mit einer Mindestimpedanz von 2 Ohm konstruieren.

Wird die Mindestimpedanz überschritten (Box mit 8 Ohm an einem 4 Ohm Verstärker), versorgt das Netzteil die Endstufentransistoren nicht mehr mit genügend Strom. Das stellt jedoch keine Gefahr für den Verstärker dar. Wird die Mindestimpedanz jedoch unterschritten (Box mit 2 Ohm an einem 4 Ohm Verstärker), kann das eine thermische Schädigung der Endstufentransistoren zur Folge haben!

Manche Hersteller bauen in ihre Verstärker Schutzschalter gegen mögliche Überhitzung ein; wird eine bestimmte Temperatur überschritten, schaltet der Schutzschalter den Verstärker ab. Passiert das während eines Gigs ist es sehr ärgerlich. Versagt der Schutzschalter wird es teuer.

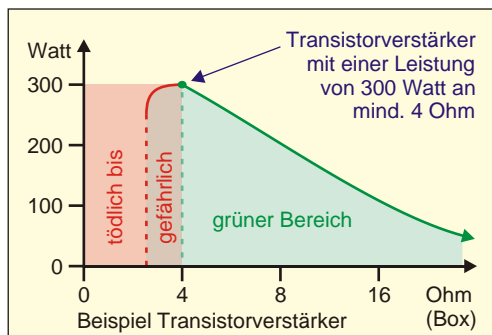
Folgende Grundregeln sollte man sich bei Verstärkern mit Transistorendstufe merken:

- Entspricht die Impedanz der Boxen der Mindestimpedanz des Verstärkers, bringt dieser seine volle / maximale Leistung.
- Ist die Impedanz der Boxen größer als die Mindestimpedanz des Verstärkers, nimmt die Leistung ab.
- Ist die Impedanz der Boxen kleiner als die Mindestimpedanz des Verstärkers, können schwerste Schäden am Verstärker entstehen.

Oder kürzer:

Bei Verstärkern mit Transistorendstufe niemals die angegebene Mindestimpedanz unterschreiten!

Bei Transistorverstärkern hat die Impedanz einer Box / Boxenkombination Einfluss auf die Leistung des Verstärkers. Grob gerechnet sinkt die Verstärkerleistung eines Transistorverstärkers bei Verdoppelung der Impedanz um ein Drittel. Ein 300 Watt Verstärker mit einer Mindestimpedanz von 4 Ohm gibt also an einer 8 Ohm Box eine Leistung von ungefähr 180 bis 200 Watt ab.



Aber Achtung!
Da unser Gehör nicht linear funktioniert bedeutet das nicht, dass die Lautstärke um ein Drittel sinkt!

8.3 Impedanz bei Röhrenverstärkern

(Verstärker mit Röhrenendstufe)

Verstärker mit Röhrenendstufe (auch "Tube Amps" genannt) haben eine so genannte "**Sollimpedanz**". Diese Sollimpedanz sollte möglichst genau eingehalten werden. Bei ihr kann der Verstärker optimal arbeiten.

Bei fast allen Röhrenverstärkern kann man zwischen mehreren Impedanzen wählen; meistens werden 4, 8 und 16 Ohm angeboten. Es gibt aber auch Verstärker, die 2 Ohm oder 20 Ohm Ausgänge haben.

Je nach Hersteller und Modell gibt es verschiedene Möglichkeiten die Impedanz einzustellen. An alten Marshall Verstärkern findet man einen Stecker, den man herausziehen und in verschiedenen Positionen einstecken kann. Andere Modelle haben Schiebeschalter oder es gibt Verstärker, die für jede Impedanz extra Ausgänge bereithalten.

Wer sich nicht mit einem Verstärkermodell auskennt, soll dringend das Benutzerhandbuch des Herstellers konsultieren!

Anders als bei Transistorverstärkern hat die **Fehlanpassung** von Box(en) und Verstärker keinen bzw. kaum Einfluss auf die Lautstärke des Sets. 4 Ohm Gesamtimpedanz machen den Verstärker nicht lauter als 8 oder 16 Ohm. Eine Fehlanpassung kann allerdings Einfluss auf Klang und Reaktion eines Röhrenverstärkers haben, da die Röhre bei geringerer Boxenimpedanz "mehr arbeiten muss" und heißer wird.

Die Auswirkungen einer Fehlanpassung können je nach Hersteller und Modell sehr unterschiedlich sein. Manche Hersteller warnen vor einer Fehlanpassung oder raten zumindest davon ab.

Andere Hersteller hingegen erlauben eine gewisse Fehlanpassung und schlagen sie in ihren Benutzerhandbüchern sogar vor. Auch hier gilt also: Das Benutzerhandbuch des Herstellers konsultieren!

"Der Onkel" aus dem Musiker-Board ergänzt:

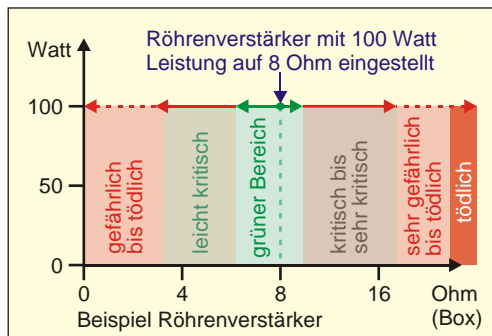
Da eine Röhrenendstufe immer als Kathodenschaltung ausgeführt ist, wird der maximale Anodenstrom durch den Kathodenwiderstand bestimmt. Aus diesem Blickwinkel unterscheiden sich Röhren und Transistorendstufen grundlegend. Ein zu kleiner Lastwiderstand (Unteranpassung) wird in der Konsequenz eher zu einem früheren Eintreten der Sättigung führen. Der Anodenstrom erhöht sich dabei zwar, wird aber nie größer als der maximale, durch den Kathodenwiderstand vorgegebene Hub. Bei einer Überanpassung entstehen an der Anode größere Spannungshübe, die gegebenenfalls zu einem Durchschlag am Übertrager führen können - was den Tod des Übertragers zur Folge hat. Wenn schon eine Fehlanpassung, dann also eher eine leichte Unteranpassung! 4 oder 16 Ohm stellen für eine 8-Ohm Röhrenendstufe also keine wirkliche Gefahr dar.

Folgende Grundregeln sollte man sich bei Verstärkern mit Röhrenendstufe merken:

- Wird die Sollimpedanz des Verstärkers unterschritten, müssen die Röhren härter arbeiten. Sie werden heißer und verschleiben schneller.
- Wird die Sollimpedanz des Verstärkers überschritten, kann das zur Zerstörung des Ausgangsübertragers und anderer teurer Bauteile führen. Im Extremfall (Betrieb ohne Lautsprecher oder Powersoak) wird der Ausgangsübertrager innerhalb kürzester Zeit zerstört.
- Kann man eine Box wahlweise auf 4 oder 16 Ohm betreiben und hat man diese Möglichkeit ebenfalls beim Röhrenverstärker, sollte man die höhere Impedanz (also 16 Ohm) wählen.

Oder kürzer:

Bei Verstärkern mit Röhrenendstufen möglichst die Sollimpedanz einhalten! Notfalls am Verstärker eine höhere Impedanz wählen.



Das Diagramm links sollte lediglich als grob vereinfachte Darstellung verstanden werden!

Im Einzelfall sollte man sich an die Empfehlungen des Herstellers halten und das Verstärkerhandbuch genau durchlesen.

Herr Soldano (Hersteller von Röhrenamps) merkt dazu an:

If the load is lower than what the amp is set for, like using a 4 ohm cabinet with the amp set at 16 ohms, the power tubes will be worked harder and will run hotter. This, of course, will shorten the life of the power tubes. However, if the load is higher than the amp's setting, like using a 16 ohm cabinet with the amp set at 4 ohms, the voltages in the output transformer will be higher than normal. These excessively higher voltages increase the risk of arcing, which can destroy the output transformer and/or tube sockets. That's why running an amp with no load at all invariably ends up blowing the output transformer. I'd say tubes are easier to replace, wouldn't you?

8.4 Impedanz bei Hybridverstärkern

(Verstärker mit einer Mischung aus Röhren- und Transistortechnik)

Bei Hybridverstärkern ist entscheidend, wie die Endstufe aufgebaut ist. Handelt es sich um einen Verstärker mit Röhrenendstufe, sind auch die Richtlinien für Röhrenverstärker anzuwenden.

Sehr viele Hybridverstärker haben zwar Röhren in ihrer Vorstufe, aber keine Röhre(n) in der Endstufe. In solch einem Fall gelten die Regeln für Transistorendstufen. Man hat also eine Mindestimpedanz, die nicht unterschritten werden darf.

Es gibt Sonderfälle, bei denen Röhren in die Schaltung der Transistorendstufe integriert sind. Beim Hughes & Kettner Quantum Bass-Top ist das beispielsweise der Fall.

Im Kapitel über Röhrenverstärker wurde bereits erwähnt, dass manche Verstärker einen Impedanzwahlschalter besitzen. Schaut man sich die Rückseite des Quantum Tops an, findet man genau so einen Schalter. Es dürften also die Regeln für Röhrenverstärker gelten.

Auch hier gilt wieder:

Hat man auch nur den geringsten Zweifel, sollte man das Handbuch zum Verstärker lesen!

Selbst "alte Hasen" müssen bei manchen Verstärkern einen (kurzen) Blick in das Handbuch werfen um zu verstehen was der Hersteller gebastelt hat! Es ist also keine Schande darin zu blättern und sich bestimmte Kapitel genau durchzulesen.

8.5 Endstufen-Zerre

Endstufenverzerrung per **Vollröhrenverstärkern** ist ein beliebtes und sagenumwobenes Thema. Eingesetzt wird sie hingegen von den wenigsten Gitarristen, denn ein 50 oder gar 100 Watt Röhrenverstärker produziert eine so enorme Lautstärke, dass Musizieren mit der Band in einem normalen Proberaum kaum mehr möglich ist.

Bei modernen Röhrenverstärkern spielt die Endstufen-Zerre keine Rolle. Seit Mitte der 70er Jahre werden die meisten Verstärker so konstruiert, dass sie ihre Verzerrung hauptsächlich mit den Röhren der Vorstufe produzieren.

Bei einem Verstärker mit **Transistorendstufe** sollte man darauf achten, dass die Endstufe nicht zu zerren anfängt! Ein zerrendes Transistorendstufensignal kann jeden Lautsprecher zerstören - egal wie großzügig er dimensioniert ist.

9 Die Kirchhoffschen Regeln

Generationen von Schülern wurden mit den beiden Kirchhoffschen Regeln zur Reihen- und Parallelschaltung im Physikunterricht gequält. Gerade die Regel zur Parallelschaltung sorgt für viel Leid in Klassenzimmern.

Als Gitarrist, Bassist oder im PA-Bereich braucht man diese Regeln aber ab und zu um die Gesamtimpedanz einer Box oder mehrerer Boxen zu errechnen.

Daher versuche ich die Regeln noch einmal zu erklären und mit Beispielen die Anwendung zu verdeutlichen. Wie bereits erwähnt, verwenden wir nicht "R" (wie in der Schule), sondern "Z" - als Kürzel für die Impedanz.

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Kirchhoffschen Regeln zwischen Parallelschaltung und Reihenschaltung. Es treten aber auch immer wieder mal Mischschaltungen zwischen beiden auf.

9.1 Reihenschaltung (seriell)

Werden zwei Lautsprecher in Reihe / seriell geschaltet, addieren sich die Werte beider Lautsprecher. Man verbindet die Lautsprecher untereinander indem man jeweils Plus an Minus anschließt. An den "Enden der Kette" verbindet man Plus des ersten Lautsprechers mit Plus des Ausgangs sowie den Minuspol des letzten Lautsprechers mit Minus des Ausgangs. Eigentlich ganz einfach ...

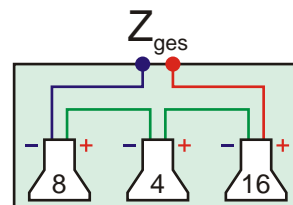
Die Formel lautet:

$$Z_{\text{ges}} = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n$$

Der Buchstabe "n" steht für eine beliebig hohe "natürlich Zahl". Bei elf Lautsprechern in Reihe addiert man also einfach alle elf Lautsprecher.

Beispiel 1:

Wir haben drei Lautsprecher in einer Box, die alle in Reihe geschaltet sind. Die Lautsprecher haben eine Impedanz von 8, 4 und 16 Ohm. Um die Impedanz der Box zu ermitteln werden (wegen der Reihenschaltung) alle Impedanzen miteinander addiert.



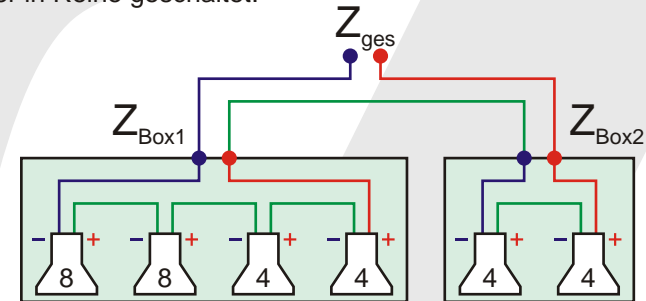
$$Z_{\text{ges}} = 8\Omega + 4\Omega + 16\Omega$$

$$Z_{\text{ges}} = 28\Omega$$

Die Box hat also 28 Ohm.

Beispiel 2:

Wir haben zwei Lautsprecherboxen. In einer Box sind vier Lautsprecher, in der anderen Box zwei Lautsprecher. In den Boxen sind alle Lautsprecher in Reihe geschaltet. Durch ein Spezialkabel sind die beiden Boxen ebenfalls zueinander in Reihe geschaltet.



Um kein Chaos entstehen zu lassen, rechnet man am besten zuerst die Impedanz der ersten Box und dann die Impedanz der zweiten Box aus. Danach rechnet man die Gesamtimpedanz der beiden Boxen aus.

Box1:

$$Z_{\text{Box1}} = 8\Omega + 8\Omega + 4\Omega + 4\Omega$$

$$Z_{\text{Box1}} = 24\Omega$$

Box1 hat also 24 Ohm.

Box2:

$$Z_{\text{Box2}} = 4\Omega + 4\Omega$$

$$Z_{\text{Box2}} = 8\Omega$$

Box2 hat also 8 Ohm.

Da die beiden Boxen mit einem Spezialkabel in Reihe geschaltet sind, kann ich weiterhin das Gesetz für Reihenschaltungen anwenden. Also:

$$Z_{\text{ges}} = Z_{\text{Box1}} + Z_{\text{Box2}}$$

$$Z_{\text{ges}} = 24\Omega + 8\Omega$$

$$Z_{\text{ges}} = 32\Omega$$

Beide Boxen haben zusammen also eine Impedanz von 32 Ohm.

Solange es sich um eine reine Reihenschaltung handelt kann man die Werte der Lautsprecher einfach addieren.

9.2 Parallelschaltung

Leider ist die Regel zur Parallelschaltung nicht ganz so einfach wie die zur Reihenschaltung. Dummerweise braucht man als Musiker aber gerade die Regel zur Parallelschaltung am häufigsten. Bei den meisten Verstärkern sind die Boxenausgänge parallel geschaltet. Da es auch Ausnahmen gibt (z.B. Hughes & Kettner), sollte man unbedingt das Handbuch zum Verstärker aufmerksam lesen! Doch kehren wir zurück zur Parallelschaltung.

Die Formel lautet:

$$\frac{1}{Z_{\text{ges}}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n}$$

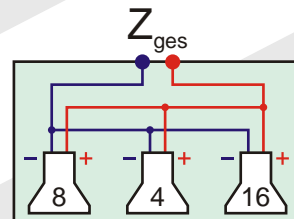
Wollen wir die Impedanz einer Box mit Parallelschaltung errechnen, müssen wir ein paar Mathematikkenntnisse aus unserer Schulzeit ausgraben.
1. Gemeinsamen Nenner finden
2. Brüche addieren
3. Kehrwert bilden

Lautsprecher werden parallel verdrahtet, indem man alle Pluspole mit Plus des Ausgangs sowie alle Minuspole mit Minus des Ausgangs verbindet.

Beispiel 1:

Wir haben drei Lautsprecher in einer Box, die alle parallel geschaltet sind. Die Lautsprecher haben eine Impedanz von 8, 4 und 16 Ohm. Um die Impedanz zu ermitteln werden alle Impedanzen in die Formel eingesetzt.

$$\begin{aligned} \frac{1}{Z_{\text{ges}}} &= \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} && \text{zuerst muss man den gemeinsamen Nenner finden} \\ \frac{1}{Z_{\text{ges}}} &= \frac{2}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} && \text{erst jetzt können alle Brüche addiert werden} \\ \frac{1}{Z_{\text{ges}}} &= \frac{7}{16} && \text{wenn nur noch zwei Brüche da sind kann man den Kehrwert bilden} \\ \frac{Z_{\text{ges}}}{1} &= \frac{16}{7} && \text{jetzt kann ich den Zähler durch den Nenner teilen und erhalte eine Zahl} \\ Z_{\text{ges}} &= 2,286 && \text{Die Box hat also 2,286 Ohm.} \end{aligned}$$

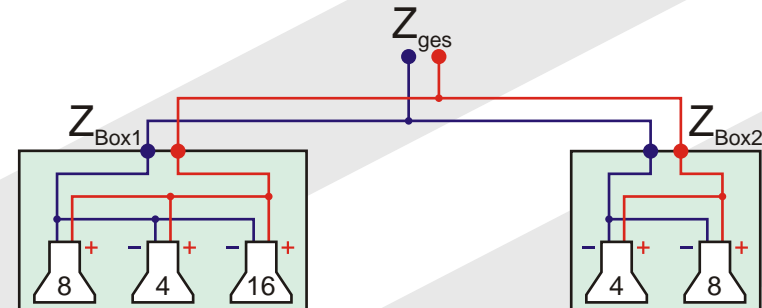


Bei Parallelschaltungen ist die Gesamtimpedanz kleiner als die kleinste parallelgeschaltete Einzelimpedanz!

Daher kann man bei einem Transistorcombo dessen Speaker bereits die Mindestimpedanz aufweist nicht einfach ein Box parallel schalten.

Beispiel 2:

Zur Lautsprecherbox aus unserem ersten Beispiel hängen wir eine zweite Lautsprecherbox, in der zwei parallele Speaker sind, parallel. Um kein Chaos entstehen zu lassen, rechnet man am besten wieder zuerst die Impedanz der ersten Box und dann die Impedanz der zweiten Box aus. Danach rechnet man die Gesamtimpedanz der beiden Boxen aus.



$$\begin{aligned} \frac{1}{Z_{\text{Box1}}} &= \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} \\ \frac{1}{Z_{\text{Box1}}} &= \frac{2}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} \\ \frac{1}{Z_{\text{Box1}}} &= \frac{7}{16} \\ \frac{Z_{\text{Box1}}}{1} &= \frac{16}{7} \\ Z_{\text{Box1}} &= 2,286 \end{aligned}$$

Box1 hat also 2,286 Ohm.

$$\begin{aligned} \frac{1}{Z_{\text{Box2}}} &= \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \\ \frac{1}{Z_{\text{Box2}}} &= \frac{2}{8} + \frac{1}{8} \\ \frac{1}{Z_{\text{Box2}}} &= \frac{3}{8} \\ \frac{Z_{\text{Box2}}}{1} &= \frac{8}{3} \\ Z_{\text{Box2}} &= 2,667 \end{aligned}$$

Box2 hat also 2,667 Ohm.

Und wie soll man jetzt aus den 2,67 und den 2,28 Ohm den Gesamtwiderstand ermitteln? Ganz einfach!

Schauen wir uns dazu die jeweils dritte Zeile der Einzelberechnungen an: $\frac{1}{Z_{\text{Box1}}} = \frac{7}{16}$ $\frac{1}{Z_{\text{Box2}}} = \frac{3}{8}$

Bei zwei parallel geschalteten Boxen gilt: $\frac{1}{Z_{\text{ges}}} = \frac{1}{Z_{\text{Box1}}} + \frac{1}{Z_{\text{Box2}}}$

$$\begin{aligned} \text{Also: } \frac{1}{Z_{\text{ges}}} &= \frac{7}{16} + \frac{3}{8} = \frac{7}{16} + \frac{6}{16} = \frac{13}{16} \\ Z_{\text{ges}} &= \frac{16}{13} \quad Z_{\text{ges}} = 1,231 \end{aligned}$$

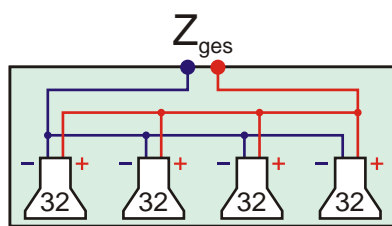
Die Gesamtimpedanz beider Boxen beträgt also 1,231 Ohm.

Will man lediglich den Gesamtwert zweier paralleler Impedanzen errechnen, kann man alternativ auch diese Formel anwenden:

$$Z_{\text{ges}} = \frac{Z_1 \times Z_2}{(Z_1 + Z_2)}$$

Beispiel 3:

In mehreren 410er Bassboxen (z.B. Gallien-Krueger) sind alle vier Speaker parallel geschaltet. Das hat den Vorteil, dass die Impedanz automatisch steigt (wodurch die Verstärkerleistung sinkt), wenn ein Lautsprecher ausfällt.



$$\frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} = \frac{4}{32}$$

$$Z_{ges} = \frac{32}{4}$$

$$Z_{ges} = 8 \text{ Ohm}$$

Fällt ein Speaker aus:

$$\frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} = \frac{3}{32}$$

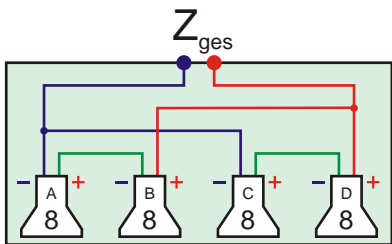
$$Z_{ges} = \frac{32}{3}$$

$$Z_{ges} = 10,67 \text{ Ohm}$$

9.3 Gemischte Schaltungen

In den meisten Boxen mit vier Lautsprechern (z.B. Marshall Boxen) finden wir gemischte Schaltungen. Dabei werden zwei Lautsprecher in Reihe und dann zueinander parallel geschaltet. Handelt es sich um vier gleiche Lautsprecher, entspricht die Einzelimpedanz der Speaker der Gesamtimpedanz.

Wollen wir die Impedanz einer Box mit gemischter Schaltung errechnen, müssen wir zuerst die vorhandenen Reihenschaltungen ausrechnen. Danach können wir die Regeln für Parallelschaltungen anwenden.



Beispiel 1:

In unserem ersten Beispiel sind die Speaker "A" und "B" sowie die Speaker "C" und "D" in Reihe geschaltet (grün). Da man bei Reihenschaltung die Impedanzen einfach addiert, haben beide Paare eine Impedanz von 16 Ohm.

$$\frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{8+8} + \frac{1}{8+8} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{2}{16}$$

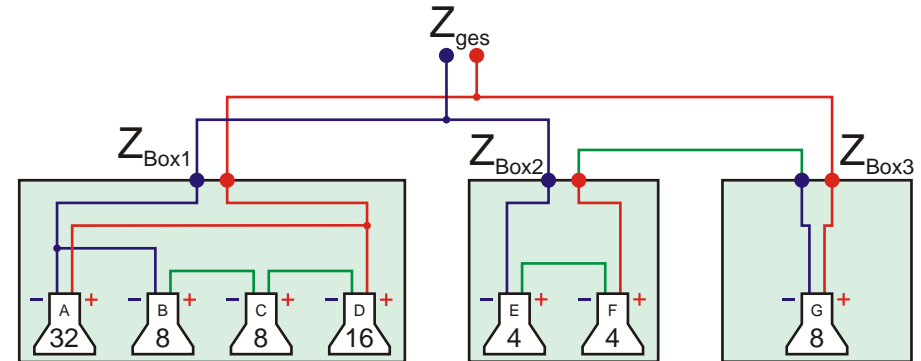
$$Z_{ges} = \frac{16}{2} = \frac{8}{1}$$

$$Z_{ges} = 8 \text{ Ohm}$$

$$\frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{Z_{A+B}} + \frac{1}{Z_{C+D}}$$

Beispiel 2:

Unser imaginärer Bastelfreund hat alles zusammengesucht was er finden konnte. Drei Lautsprecherboxen und sieben Lautsprecher. Schauen wir uns an, was er daraus zusammengestrickt hat.



Box2 und Box3 sind in Reihe geschaltet. Zu den beiden Boxen wurde Box1 parallel geschaltet. In Box1 sind Speaker "B", "C", "D" in Reihe und Speaker "A" parallel dazu. In Box2 sind die beiden Speaker in Reihe geschaltet.

Zuerst rechnen wir wieder die Reihenschaltung von Box1 aus.

In Box1 sind Speaker "B", "C" und "D" in Reihe. Also:

$$Z_{B+C+D} = 8 + 8 + 16 = 32 \text{ Ohm}$$

Jetzt können wir die Gesamtimpedanz von Box1 errechnen:

$$\frac{1}{Z_{Box1}} = \frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_{B+C+D}} \quad \frac{1}{Z_{Box1}} = \frac{1}{32} + \frac{1}{32} = \frac{2}{32} = \frac{1}{16} \quad Z_{Box1} = \frac{16}{1} = 16 \text{ Ohm}$$

In Box2 sind Speaker "E" und "F" in Reihe. Also:

$$Z_{Box2} = Z_E + Z_F \quad Z_{Box2} = 4 + 4 = 8 \text{ Ohm}$$

Zudem sind Box2 und Box3 in Reihe. Also:

$$Z_{Box1+Box2} = (4+4) + 8 = 16 \text{ Ohm}$$

Im letzten Schritt errechnen wir die Gesamtimpedanz.

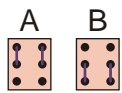
$$\frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{Z_{Box1}} + \frac{1}{Z_{Box2+Box3}} \quad \frac{1}{Z_{ges}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} \quad Z_{ges} = \frac{8}{1} = 8 \text{ Ohm}$$

Die Gesamtimpedanz dieser Schaltung beträgt also 8 Ohm.

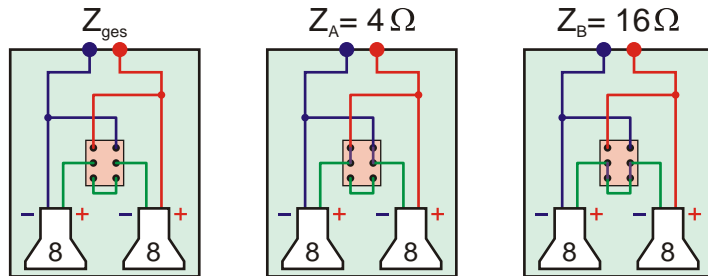
Ob diese Schaltung Sinn macht? Nein! Durch diese Schaltung wird die Verstärkerleistung sehr ungleich auf die Lautsprecher verteilt.

9.4 Schaltungen mit Schalter

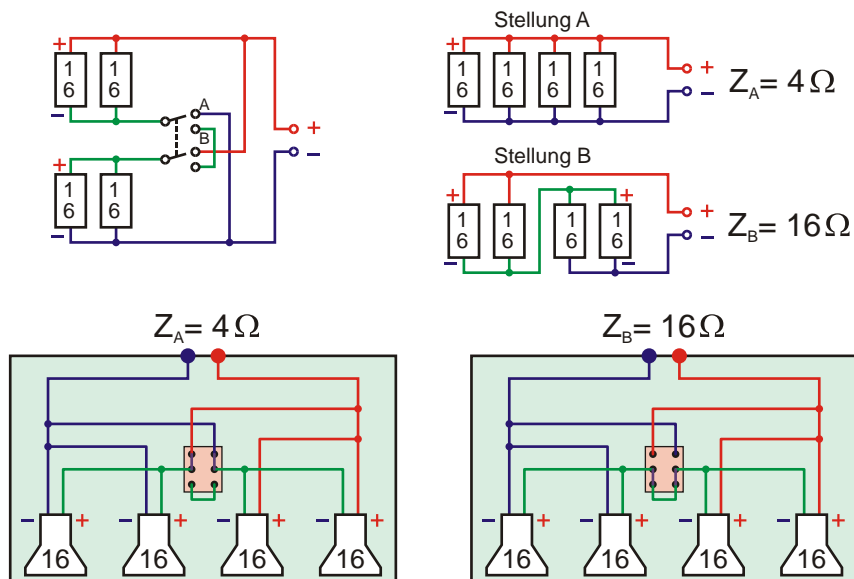
Es gibt Boxen mit Impedanzwahlschaltern. Diese Boxen haben meistens zwei oder vier Lautsprecher. Mit einem Schalter lassen sich die Speaker wahlweise seriell oder parallel schalten.



Im Schalter gibt es zwei "Ebenen", die gleichzeitig umgeschaltet werden. Die mittleren Anschlüsse werden in Stellung A mit den oberen Anschlüssen, in Stellung B mit den unteren Anschlüssen verbunden.



Da es mit vier Lautsprechern etwas komplizierter wird, schauen wir uns zuerst einmal im Schaltplan an was passiert.



9.5 Tabellen Parallel- / Reihenschaltung

"Ohm/Watt 1/2/3/4" kann für Lautsprecher oder komplette Boxen stehen. Links die Impedanz der Einzelkomponenten, Mitte die Gesamtimpedanz, rechts die Leistung in Prozent bzw. bezogen auf 100 Watt gesamt.

Parallelschaltung

Erläuterungen ab Seite 11A

Ohm 1	Ohm 2	Ohm 3	Ohm 4	Ohm ges.	Watt 1	Watt 2	Watt 3	Watt 4
4	4			2	50	50		
4	4	4		1,333	33,3	33,3	33,3	
4	4	4	4	1	25	25	25	25
Ohm 1	Ohm 2	Ohm 3	Ohm 4	Ohm ges.	Watt 1	Watt 2	Watt 3	Watt 4
8	8			4	50	50		
8	8	8		2,667	33,3	33,3	33,3	
8	8	8	8	2	25	25	25	25
8	8	8	4	1,6	20	20	20	40
8	8	4		2	25	25	50	
8	4			2,667	33,3	66,7		
8	4	4		1,6	20	40	40	
8	4	4	4	1,143	14,3	28,6	28,6	28,6
Ohm 1	Ohm 2	Ohm 3	Ohm 4	Ohm ges.	Watt 1	Watt 2	Watt 3	Watt 4
16	16			8	50	50		
16	16	16		5,333	33,3	33,3	33,3	
16	16	16	16	4	25	25	25	25
16	16	8		4	25	25	50	
16	16	16	8	3,2	20	20	20	40
16	8			5,333	33,3	66,7		
16	8	8		3,2	20	40	40	
16	8	8	8	2,286	14,3	28,6	28,6	28,6
16	8	4		2,286	14,3	28,6	57,1	
16	8	4	4	1,455	9,1	18,2	36,4	36,4
16	4			3,2	20	80		
16	4	4		1,778	11,1	44,4	44,4	
16	4	4	4	1,231	7,7	30,8	30,8	30,8

Reihenschaltung

Erläuterungen ab Seite 11A

Ohm 1	Ohm 2	Ohm 3	Ohm 4	Ohm ges.	Watt 1	Watt 2	Watt 3	Watt 4
8	8			16	50	50		
8	8	4		20	40	40	20	
8	8	8	4	28	28,6	28,6	28,6	14,3
16	8			24	33,3	66,7		
16	8	4		28	57,1	28,6	14,3	
16	16	8	4	44	36,4	36,4	18,2	9,1

10 Watt is?

Ich gebe unumwunden zu, dass ich vieles zum Thema Leistung, Watt, dB, Phon, Sone usw. selbst nicht verstehe! Daher nur ein paar kurze Aspekte

10.1 Das menschliche Gehör

Seitdem unsere Vorfahren die Bäume der afrikanischen Steppe verließen hat sich das menschliche Gehör kaum verändert. Frequenzen die für unser Überleben wichtig waren (und sind) nehmen wir besonders gut wahr. Andere Frequenzen hören wir weniger gut oder gar nicht. Das menschliche Gehör arbeitet nicht linear - und es arbeitet selektiv! Daher nimmt ein "Nichtmusiker" eine Band anders wahr als ein Musiker, der sich auf "sein" Instrument konzentriert.

10.2 Watt ist nicht Lautstärke!

Nur weil zwei Verstärker beide 50 Watt haben, müssen sie noch lange nicht gleich laut sein. Dabei spielen viele Faktoren eine Rolle:

- Handelt es sich um 50 Watt "RMS", "Sinus", "Musik", "Peak"?
- Handelt es sich um einen Röhren- oder Transistorverstärker?
- Wie hoch ist der Wirkungsgrad der Boxen / Lautsprecher?
- Wie ist die Boxenkonstruktion?
- Welche Frequenzen werden vom Verstärker besonders betont?
- War der Hersteller bei der Wattangabe großzügig oder knauserig?

Schlussendlich hilft nur ein Test im Musikgeschäft und in der Band herauszufinden, wie laut ein Verstärker oder eine Kombination aus Verstärker und Box wirklich sind.

10.3 Faustformeln

Wie der Name dieses Unterkapitels bereits sagt, handelt es sich bei den angegebenen Werten lediglich um grobe Faustformeln! In der Realität kann man durchaus zu anderen Ergebnissen kommen! Es gibt Bands, in denen die Musiker mit 30 Watt Gitarren- oder 80 Watt Bassverstärkern gut klar kommen.

In den meisten Amateurbands gibt das Naturschlagzeug die Lautstärke vor. Es kommt zwar auf Hersteller und Musikrichtung an, meistens reichen aber 30 bis 50 Watt Röhrenverstärker für Gitarren aus.

Ein 100 Watt Röhrenverstärker kann unter Umständen in seiner Lautstärke zu schwer kontrollierbar sein. Transistorverstärker sollten ungefähr 50 bis 100 Watt haben.

Wird der Schall nicht von Wänden reflektiert, zum Beispiel bei Open-Air Konzerten, braucht man mehr Power um gegen ein Naturschlagzeug an zukommen.

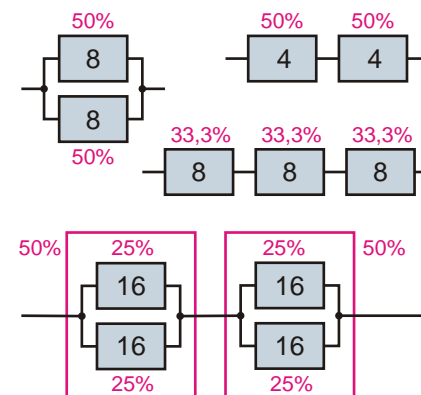
Da Bässe für gleiches Lautstärkeempfinden mehr Leistung benötigen, braucht man als Bassist ca. doppelt bis dreimal soviel Leistung für seinen Bassverstärker, wenn man mit den Gitarristen mithalten will.

Mit 150 bis 300 Watt kommt ein Bassist in den meisten Bands aus. Dreht ein Gitarrist seinen 50 Watt Röhrenverstärker voll auf, braucht ein Bassist allerdings ca. 500 Watt Transistorpower um sich durchsetzen zu können. Ohne Gehörschutz dürften allerdings bleibende Gehörschäden entstehen - und das Schlagzeug wird kaum zu hören sein.

Je mehr ein Bassist den Bassregler seines Verstärkers aufreist, desto mehr Watt "verbrennen" für die Bässe. Hört ein Bassist sich nicht, sollte er daher den Bassregler etwas zurückdrehen und dafür Höhen und Hochmitten aufdrehen. Der Sound wird vielleicht nicht besser, aber er hört sich wenigstens. Die Durchsetzungsfähigkeit eines Bassverstärkers hängt aber auch von den Einstellungen der Gitarrenverstärker ab! Sind Tiefmitten und Bässe dort aufgerissen, hat es ein Bassverstärker schwer.

10.4 Das rechnet sich ...

Wichtig neben den Impedanzen und der Gesamtimpedanz (Kapitel 3) ist aber auch, wie sich die Leistung auf die einzelnen Lautsprecher bzw. auf die Boxen verteilt.



Haben alle Lautsprecher (oder Boxen) die gleiche Impedanz und sind sie auf die gleiche Weise verbunden, teilt sich die Leistung gleichmäßig auf - egal ob die Verkabelung seriell oder parallel ist.

Das Beispiel links zeigt zwar eine gemischte Schaltung, man kann die Schaltung aber in zwei gleiche Gruppen unterteilen, welche wiederum die gleichen Werte haben.

Schwieriger wird es, wenn gemischte Schaltungen oder Schaltungen mit verschiedenen großen Impedanzen vorliegen.

10.4.1 Reihenschaltung

Teilt man bei einer Reihenschaltung die Gesamtimpedanz durch die Gesamtleistung erhält man den gleichen Wert, wie wenn man eine Einzelimpedanz durch ihre zugehörige Einzelleistung teilt.

Die Einzelleistungen im gleichen Verhältnis zueinander wie es die Einzelimpedanzen zueinander tun.

$$\frac{Z_{\text{ges}}}{W_{\text{ges}}} = \frac{Z_1}{W_1} = \frac{Z_2}{W_2} = \dots = \frac{Z_n}{W_n}$$

$$W_1 = \frac{W_{\text{ges}} \times Z_1}{Z_{\text{ges}}}$$

(Formel für W_1 - nach W_1 umgestellt)

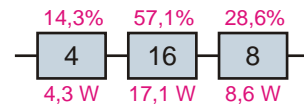
Beispiel: Man addiert zuerst alle Einzelimpedanzen einer Reihenschaltung; hier also: $4 + 16 + 8 = 28$

Demnach habe ich "28 Teile zu vergeben".

Der erste Lautsprecher bekommt 4 Teile (da 4 Ohm), der zweite 16 Teile (da 16 Ohm) und der dritte 8 Teile (da 8 Ohm). Nun nehme ich die Leistung, teile sie durch 28 und nehme sie mit den Anteilen mal.

Bei einem Verstärker mit einer Leistung von 30 Watt bekäme also

- Lautsprecher 1: $30/28 \times 4 = 4,3 \text{ Watt}$ (= 14,3%)
- Lautsprecher 2: $30/28 \times 16 = 17,1 \text{ Watt}$ (= 57,1%)
- Lautsprecher 3: $30/28 \times 8 = 8,6 \text{ Watt}$ (= 28,6%)



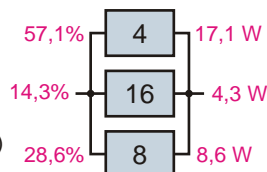
10.4.2 Parallelschaltung

Multipliziert man bei einer Parallelschaltung die Gesamtimpedanz mit der Gesamtleistung erhält man den gleichen Wert, wie wenn man eine Einzelimpedanz mit ihrer zugehörigen Einzelleistung multipliziert.

$$Z_{\text{ges}} \times W_{\text{ges}} = Z_1 \times W_1 = Z_2 \times W_2 = \dots = Z_n \times W_n$$

$$W_1 = \frac{W_{\text{ges}} \times Z_{\text{ges}}}{Z_1}$$

(Formel für W_1 - nach W_1 umgestellt)



Beispiel: Zuerst errechnet man mit der Kirchhoffschen Regel die Gesamtimpedanz. Hier ergibt das 2,286 oder als Bruch 16/7 Ohm.

Bei einem Verstärker mit einer Leistung von 30 Watt bekäme also

- Lautsprecher 1: $16/7 \times 30/4 = 17,1 \text{ Watt}$ (= 57,1%)
- Lautsprecher 2: $16/7 \times 30/16 = 4,3 \text{ Watt}$ (= 14,3%)
- Lautsprecher 3: $16/7 \times 30/8 = 8,6 \text{ Watt}$ (= 28,6%)

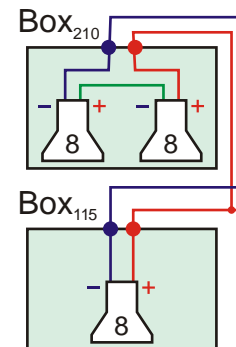
10.4.3 Gemischte Schaltungen

Gemischte Schaltungen muss man zuerst in Abschnitte aufteilen. Diese Abschnitte kann man dann getrennt ausrechnen.

Beispiel: An einem Hartke 3500A Transistor-Bassverstärker, der eine Mindestimpedanz von 4 Ohm und einer Leistung von 350 Watt hat, hängen eine 115er Box mit einer Impedanz von 8 Ohm sowie eine 210er Box mit 16 Ohm Gesamtimpedanz. In dieser 210er Box sind zwei 8 Ohm Lautsprecher in Reihe geschaltet. Darf ich die beiden Boxen überhaupt zusammen an den Verstärker hängen? Wie groß ist die Gesamtleistung dann ungefähr? Und wie viel Watt bekommt jede Box bzw. jeder Lautsprecher ab?

Die **Gesamtimpedanz** ist schnell berechnet.

$$\frac{1}{Z_{\text{ges}}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} = \frac{1}{16} + \frac{2}{16} = \frac{3}{16} \quad Z_{\text{ges}} = \frac{16}{3} = 5,333\Omega$$



Um die **Gesamtleistung** auszurechnen fehlt das Wissen. Wir wissen aber, wie sich Transistorverstärker verhalten. Da die Gesamtleistung an 8 Ohm ca. 2/3 (240 Watt) beträgt, wird der Wert an 5,333 Ohm dazwischen liegen. Nehmen wir Pi mal Daumen einfach **300 Watt**.

Da die 115er Box und die 210er Box parallel geschaltet sind, wenden wir zur Ermittlung der Leistung der Einzelboxen die Regel zur Parallelschaltung (Kapitel 4.4.2) an.

- **Box 210:** $16/3 \times 300/16 = 100 \text{ Watt}$ (= 33,3%)
- **Box 115:** $16/3 \times 300/8 = 200 \text{ Watt}$ (= 66,6%)

Beide 10er Lautsprecher haben 8 Ohm. In Kapitel 4.4 haben wir gelernt, dass sich dann die Leistung automatisch gleich aufteilt. Man könnte die Werte aber auch in die Formel aus Kapitel 4.4.1 einsetzen. Das Ergebnis bliebe gleich. Beide **10er Lautsprecher** leisten **je 50 Watt**.

Dass der **115er Lautsprecher** 200 Watt leisten muss, wissen wir bereits. Wir können uns dieses Set also so zusammenstellen. Der 15er wird aber wahrscheinlich recht dominant sein - und er sollte genug Leistung haben.

11 Ein dutzend Methoden seinen Verstärker zu zerstören

Im Laufe eines langen Musikerlebens hört oder sieht man immer wieder, wie Musiker ungewollt ihre Verstärker zerstören. In Internetforen häufen sich solche Berichte. Manchmal scheint es Schicksal zu sein, manchmal ist es vorhersehbar und wie im Puppentheater möchte man laut rufen: "Nein! Tu es nicht!" Ich habe hier einige der beliebtesten Methoden seinen Verstärker zu zerstören aufgelistet; nicht als Nachmachtipps, sondern als warnende/mahnende Beispiele.

Falsche Spannungsquelle

- Die meisten mitteleuropäischen Staaten verwenden für ihre normalen Stromnetze eine Spannung von 220 bis 240 Volt. In Deutschland sind es theoretisch 230 Volt; der wahre Wert kann aber leicht schwanken.
- Spielt man im Ausland, sollte man sich vorher über die dortige Spannung informieren und ggf. vorher nach Möglichkeiten suchen seinen Verstärker dort zu betreiben. Man kann zwischen seinen Verstärker und das abweichende Stromnetz einem Spannungswandler setzen. Es ist aber unbedingt auf die Qualität des Spannungswandlers und dessen ausreichende (Über-) Dimensionierung zu achten! Zudem kann eine Beeinflussung des Klangs nicht ausgeschlossen werden.
- Es gibt auch 380 Volt Drehstrom (auch Stark- oder Kraftstrom genannt). Dieser Drehstrom wird eingesetzt, wo große Energiemengen nötig sind. Um Verwechslungen auszuschließen hat Drehstrom ganz andere Stecker/Kupplungen. Trotzdem sei vor Drehstrom gewarnt. Er ist nicht nur für Verstärker tödlich!
- Gerade in alten oder maroden Gebäuden sollte auf die korrekte Erdung des Leitungssystems geachtet werden. Dies gilt auch für Auftritte bei denen einem die Stromversorgung sehr unprofessionell oder improvisiert erscheint.

Falsche Spannungseinstellung

- Es gibt Verstärker bei denen man, meist auf der Rückseite und per rotem Schiebeschalter, die Spannung einstellen kann. Dieser Schalter sollte in den deutschsprachigen Ländern auf 220, 230 oder 240 Volt stehen (Angabe kann je nach Hersteller und Baujahr schwanken). Von diesem Schalter sollte man möglichst die Finger lassen! Sieht man also auf der Rückseite einen Schalter auf dem Zahlen im Bereich von 110 und 240 sind: Finger weg! Man muss nicht jeden Schalter betätigen!

Einzig vor der ersten Inbetriebnahme kann man den Schalter kontrollieren und ggf. den Verkäufer fragen, falls einem etwas spanisch vorkommt (der Schalter z.B. auf 110 zu stehen scheint).

- Selbst wenn man in einem Land mit anderer Netzspannung spielt kann es unter Umständen nicht ausreichen lediglich den Schalter umzustellen, da evtl. zusätzlich die Sicherungen getauscht/angepasst werden müssen.

Sicherung überbrücken

- Fliegt einmal die Sicherung des Verstärkers heraus, sollte man die defekte Sicherung auf keinen Fall mit irgendwelchen Metallstücken oder -folien überbrücken. In Sicherungshalter gehören ausschließlich Sicherungen!
- Auf jeder Sicherung stehen die maximale Spannung (Volt), der Strom (Ampere) und wie die Sicherung reagiert (flink, träge). Es sollte immer eine Sicherung mit den gleichen Werten eingesetzt werden! Ist der Wert zu niedrig, kann die Sicherung zu schnell ansprechen, ist der Wert zu hoch, können teure Bauteile zerstört werden.
- Fliegt eine Sicherung heraus hat das immer eine Ursache. Das können ganz profane Gründe wie eine Spannungsspitze im Netz sein. Fliegt die Sicherung eines Verstärkers jedoch öfters / direkt wieder heraus, sollte man es nicht weiter versuchen. Hier ist der Fachmann gefragt! Weitere Versuche können Folgeschäden verursachen.

Jugend forscht an der Elektrik

In einem Fernsehbeitrag aus den 1960er Jahren über Jugendbands aus Liverpool wurde berichtet, dass Instrumentenverstärker sehr anfällig sind und oft repariert werden müssen. Zum Glück hat sich das gebessert. War es aber in den 60er Jahren noch möglich die relativ einfachen Schaltungen zu durchschauen, sind heutige Verstärker für den Laien kaum reparabel. Man kann zwar nach dem Ziehen des Netzsteckers das Verstärkerchassis aufschrauben und nach den Sicherungen oder offenkundigen Defekten suchen, im Zweifelsfall ist so etwas aber einer Fachkraft zu überlassen. Selbst bei gezogenem Netzstecker können sich in Kondensatoren / ELKOs leistungsstarker Verstärker weiterhin gefährliche bis tödliche Ladungen befinden. Wer nicht einmal weiß was ein ELKO ist, sollte also auf Experimente am offenen Verstärker verzichten!

Durch falsch ausgeführte Bastelarbeiten kann man sich und seinem Verstärker schweren Schaden zufügen. Das gilt auch für eine vermeintlich geglückte, in Wirklichkeit aber falsch ausgeführte Reparatur. Hier besteht Lebensgefahr!

Falscher Anschluss von Lautsprechern

- Lautsprecher gehören ausschließlich an den Lautsprecheranschluss! Bei den meisten Verstärkern werden die Ausgänge mit "Speaker Out" gekennzeichnet.
- Betreibt man Verstärker mit Röhrenendstufe ganz ohne Last (Lautsprecher), kann das sehr schnell zu ernsthaften Schäden führen. Daher sollte man bei jeder Neuverkabelung (z.B. nach einem Transport) sehr aufmerksam prüfen, ob man nicht aus Versehen die falsche Buchse (Line Out, Footswitch) genommen hat.
- Lautsprecher sollten immer mit Lautsprecherkabel an den Verstärker angeschlossen werden. Instrumentenkabel haben wesentlich dünnere Leitungen, die bei starker Verstärkerleistung heiß werden und sogar versagen können. Das kann unter Umständen zu schweren Schäden am Verstärker führen.

Falsche Impedanz

- Bei Transistorverstärkern darf die so genannte "Mindestimpedanz" nicht unterschritten werden. Bei Röhrenverstärkern gibt es eine so genannte "Sollimpedanz", die möglichst eingehalten werden sollte. Nähere Einzelheiten, sowie die Formeln zur Berechnung der Gesamtimpedanz finden sich in Kapitel 9 dieses Nachschlagewerks.
- Zu 99% aller Verstärker gibt es Bedienungsanleitungen. Diese Anleitungen sind nicht für Feiglinge geschrieben, sondern für alle Anwender! Also sollte man sich die Bedienungsanleitung unbedingt durchlesen. Manche Hersteller verwenden in ihren Anschlüssen auch Spezialschaltungen.

Zu starker Verstärker

- Die Lautsprecher sollten so dimensioniert sein, dass sie das Signal des Verstärkers verkraften. Ist die Box zu schwach, kann das Verstärkersignal die Lautsprecher schädigen ("kratzende Lautsprecher") oder zerstören.
- Bei teuren Boxen / Lautsprecher ist die maximale Belastbarkeit (normalerweise in Watt RMS angegeben) oft relativ niedrig angesetzt, damit die Boxen auch starke Signalspitzen sicher verkraften können. Bei preiswerteren Boxen sollte man sich nicht darauf verlassen. Daher sollte die Leistung der Box zumindest bei Bassverstärkern geringfügig höher als die Leistung des Verstärkers sein.
- Die Leistungsangabe bei Verstärkern bezieht sich auf das unverzerrte Endstufensignal. Bei Röhrenverstärkern kann die Leistung einer übersteuerten Endstufe weit über den Nennwert des Verstärkers hinausgehen.
- Gerade bei Bassverstärkern können große Leistungsspitzen auftreten. Diese Leistungsspitzen müssen die Lautsprecher verkraften können.

Zu schwacher Verstärker

- Das ist bei Verstärkern junger Musiker wahrscheinlich die häufigste Todesursache. Um in einer Band mithalten zu können wird der Verstärker so laut aufgedreht, dass die Transistorendstufe verzerrt; ein Effekt, den man auch von preiswerten Autoradios kennt. Eine verzerrende Transistorendstufe kann allerdings jede noch so starke Box zerstören. So kann man es schaffen auch mit einem 60 Watt Verstärker eine 400 Watt Box zu zerstören. Lautsprecher, besonders Hochtöner, vertragen dieses Clipping-Signal nicht!
- Endstufenverzerrung ist einzig bei einer Röhrenendstufe gefahrlos möglich. Dann müssen die Lautsprecher aber entsprechend dimensioniert sein.

Falsche Handhabung der Regler eines Verstärkers

- Gerade viele junge Musiker glauben, ihr Verstärker gäbe seine maximal erlaubte Lautstärke bei voll aufgedrehtem Master-Volumenregler ab. Das ist falsch! Das Signal das vorne an der Endstufe (also hinter der Vorstufe) anliegt kann so hoch sein, dass der Verstärker bereits bei halb oder drei-viertel aufgedrehtem Master-Regler seine maximale Leistung erreicht. Man sollte also auf Verzerrungen durch Überforderung der Endstufe hören und auch die Bewegung der Lautsprechermembranen ab und zu prüfen. Irgendwann sollte man einfach sagen: "Mein Verstärker kann nicht lauter", statt den Verstärker so laut aufzudrehen, dass er stirbt.
- Auch extreme Einstellungen in der Klangreglung können Lautsprecher beschädigen oder zerstören.

Falsches Instrument

- Die meisten Lautsprecher von Gitarrenverstärkern im unteren bis mittleren Preissegment sind nicht für Basssignale ausgelegt. Leise und vorsichtig kann man einige Zeit auch mit einem Bass über einen Gitarrenverstärker spielen. Es besteht aber die Gefahr, dass der Lautsprecher Schaden nimmt. Je dynamischer man spielt, desto größer die Gefahr.
- Theoretisch kann man mit einer Gitarre über einen Bassverstärker spielen. Mit einer verzerrten Gitarre besteht aber die Gefahr den Hochtöner eines Bassverstärkers zu zerstören. Falls möglich, sollte man den Hochtöner vorher abschalten.



Falsches Input-/Output-Signal

- In den Input eines Instrumentenverstärkers gehören Instrumente oder für Instrumente gedachte Effektgeräte! Aktive Instrumente gehören (zuerst) in den aktiven Eingang. Nur wenn das Eingangssignal zu niedrig ist, kann man es vorsichtig beim passiven Eingang probieren.
- Man kann versuchen das Line-Out-Signal eines anderen Verstärkers an den Input zu hängen. Vorher sollte man aber möglichst die Bedienungsanleitungen beider Verstärker lesen und vorsichtig vorgehen (Gain langsam angleichen). Hier besteht immer die Gefahr die Vorstufe des zweiten Verstärkers zu beschädigen.
- Vor dem Ein-/Umstöpseln von Instrumenten oder Effekten sollte man besonders bei leistungsstarken und/oder laut aufgedrehten Verstärkern die Lautstärke am Verstärker herunter drehen oder den Verstärker stumm schalten (Mute / Standby).
- Vom "Speaker Out" eines Verstärkers in den Input eines zweiten Verstärkers zu gehen bedeutet meistens DEN TOD mindestens eines der beiden Verstärker. Der "Speaker Out" dient nicht dazu das Signal an andere Verstärker weiterzugeben! Der "Speaker Out" dient auch nicht dazu, bedenkenlos Kopfhörer anzuschließen.

Einwirkung von Wetter und Elementen

- Wasser ist der größte Feind des Verstärkers. Das gilt nicht nur für das Spielen an, in oder auf Swimmingpools, sondern genauso für Regen. Kommt Spritzwasser in Verstärker an die falsche Stelle, kann das schwere Schäden verursachen.
- Ein in einem feuchten Proberaum abgestellter Verstärker sollte nach dem Spielen nicht mit Plastik oder Leder abgedeckt werden. Ansonsten kann sich Kondenswasser unter der Abdeckung sammeln. Will man seinen Verstärker abdecken, sollte man luftdurchlässige Tücher / Laken wählen.
- Getränke haben nichts auf Verstärkern zu suchen - erst recht nicht auf den Verstärkern anderer Musiker. So etwas sollte sofort eine Runde Getränke kosten! Hat der Verstärker ein umgekipptes Glas überlebt, ist aber Flüssigkeit im Chassis: Verstärker: Sofort ausschalten und Netzstecker ziehen!
- Neben Wasser ist Überhitzung der größte Feind eines Verstärkers. Also dafür sorgen, dass (kühlende) Luft an das Chassis kommen kann. Etwas Abstand zur Wand halten! Weiß man, dass der eigene Verstärker sehr hitzeempfindlich ist, kann ein kleiner Ventilator Abhilfe schaffen. Meist ist das aber nicht nötig. Größere Bassverstärker haben oft eingebaute Lüfter. Hier sollte man regelmäßig prüfen, ob der Lüfter noch wie vorgesehen funktioniert. Es gibt auch temperaturgesteuerte Lüfter. Im Verlauf einer Probe werden sie höchstwahrscheinlich irgendwann anspringen.

- Beim Transport sollte ein Verstärker immer gegen Umfallen gesichert sein.
- Einen Verstärker auf einem Rollbrett 200m über Kopfsteinpflaster zu rollen kann zum Bruch von Platinen oder Lötstellen führen. Verstärker (auch Röhrenverstärker) sind nicht übertrieben empfindlich; man sollte es aber auch nicht darauf anlegen. Gerade warme Röhrenverstärker sollte man einige Minuten abkühlen lassen.

Abschließend

Wer diese Regeln befolgt hat gute Chancen lange Freude an seinem Verstärker zu haben. Am wichtigsten ist aber zu denken, bevor man handelt! Viele Fehler können so vermieden werden. Bewegt man seinen Verstärker bereits am Limit, kann eine Slap-Einlage den Tod des Systems bedeuten.

12 Rechtshinweise

Dieses Nachschlagewerk wurde nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Trotzdem kann keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben gemacht werden.

Nutzungsbedingungen

- Gebrauch, Weitergabe und/oder Vervielfältigungen in digitaler oder gedruckter Form zu REIN PRIVATEN Zwecken sind sowohl erlaubt, erwünscht als auch kostenlos.
- Die Nutzung oder Weitergabe (auch in Auszügen) zu Unterrichtszwecken (z.B. öffentliche Schulen, Privatunterricht, kommerzielle Musikschulen) ist ebenfalls kostenlos, solange den Schülern das Material kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Dem Schüler dürfen durch den Einsatz dieses Materials keine zusätzlichen Vervielfältigungs-, Druck- oder sonstige Lernmittelkosten entstehen.
- Dieses Nachschlagewerk darf weder in digitaler, noch gedruckter Form kostenpflichtig weitergegeben werden. Kommerzielle / gewerbliche Nutzung (auch in Auszügen), die keinem direkten Unterrichtszweck dienen, sind nur nach Anfrage erlaubt.

Rechte / Urheberrechte

- Idee, Texte, Grafiken, Tabellen, Zusammenstellung, Anordnung sowie Umsetzung (- ausgenommen speziell gekennzeichnete Artikel / - gegengelesen von Mitgliedern der www.Musiker-Board.de): Andreas Kühn, Dortmund

- Alle Rechte vorbehalten.

Andreas Kühn
Dortmund, 02.04.2009

Die Gesamtausgabe als eine einzige PDF-Datei sowie weitere Tipps und Tricks sind zu finden unter <http://161589.homepagedmodules.de>