

# Verstärker-FAQ

## Was ist ein Verstärker?

Er verstärkt ein beliebiges Eingangssignal. Die Verstärkung  $V$  wird dabei als Verhältnis von Ausgangspegel zu Eingangspegel in dB angegeben. In der Audiotechnik dagegen wird die Ausgangsleistung angegeben, weil man mit ihr mehr protzen kann und der Laie mit dB nichts anzufangen weiß. Im Folgenden ist, wenn Verstärker geschrieben wird, ein Audioverstärker gemeint.

Es gibt folgende Varianten von Verstärkern: Vor-, End- und Vollverstärker.

Ein Vorverstärker hat die simple Funktion, mehrere Quellen zu verwalten (CD-Player, Tuner, etc.), die Lautstärke und (per Klangregler) den Klang zu regeln und das Eingangssignal an einen Endverstärker weiterzureichen. Der Begriff Vorverstärker ist eigentlich irreführend, da er das Signal hinten schwächer ausgibt als es vorne hereingekommen ist. Erst wenn der Lautstärkeregler aus Maximum steht, geht das Signal 1:1 durch (pauschal gesagt, in der Praxis sieht das etwas anders aus).

Der Endverstärker macht nichts weiter als aus den wenigen Volt (<1V) des Eingangssignals eine Spannung zu zaubern, mit der man einen Lautsprecher ordentlich betreiben kann.

In einem Vollverstärker sind beide, Vor- und Endverstärker, in einem Gehäuse vereint. Vor- und Endverstärker werden auch häufig Vor- und Endstufe genannt.

## Was bedeutet das Maß dB?

Sie bezeichnet das Verhältnis zweier Größen gleicher Einheit. In der Elektrotechnik sind das natürlich die bekannten Größen Strom, Spannung und Leistung, meist jedoch nur für die beiden letzteren. dB ist keine richtige Einheit im eigentlichen Sinne, sondern nur ein Symbol, das darauf hinweist, auf welche Art ein Wert berechnet wurde.

Berechnen lässt sie sich folgendermaßen:

$$V = 10 * \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right) dB$$

Das ist die allgemeine Formel. In der Elektrotechnik gibt es jedoch einen Spezialfall. Weil die Leistung abhängig von dem Quadrat der Spannung ist, wird diese so berechnet:

$$V = 20 * \log\left(\frac{U_1}{U_2}\right) dB$$

dB wird deswegen gerne verwendet, weil man so sehr leicht rechnen kann. Hat man z. B. einen Ausgangspegel von  $P_1=6 dB$  bei einem Eingangspegel von  $P_2=3 dB$ , so ist die Verstärkung  $V = P_1 - P_2 = 3 dB$ .

Es gibt ein paar sehr einfache Regeln, mit denen man zumindest grob das Ergebnis berechnen kann:

*doppelte Leistung*  $\Rightarrow +3 dB$   
*doppelte Spannung*  $\Rightarrow +6 dB$   
*halbe Leistung*  $\Rightarrow -3 dB$   
*halbe Spannung*  $\Rightarrow -6 dB$   
*zehnfache Leistung*  $\Rightarrow +10 dB$

zehnfache Spannung  $\Rightarrow +20 \text{ dB}$

zehntel Leistung  $\Rightarrow -10 \text{ dB}$

zehntel Spannung  $\Rightarrow -20 \text{ dB}$

So lässt sich sehr einfach ersehen, dass ein Verstärker mit 200W Ausgangsleistung nur 3dB mehr Verstärkung liefert als einer mit 100W Ausgangsleistung.

### Was ist die Leistung?

Die Leistung ist, rein physikalisch betrachtet, die Energie, die über einen bestimmten Zeitraum aufgewendet wird. In der Elektrotechnik berechnet sich das sehr einfach:

$$S = U * I$$

Dies ist die sogenannte Scheinleistung. Weil man in der Audiotechnik mit Wechselspannung zu tun hat, kann man diese Scheinleistung in Wirk- und Blindleistung aufteilen:

$$\text{Wirkleistung: } P = U * I * \cos(\varphi)$$

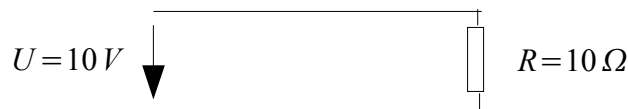
$$\text{Blindleistung: } Q = U * I * \sin(\varphi)$$

Der Winkel  $\varphi$  ist dabei die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom. Die Blindleistung hat keinerlei Wirkung, es interessiert uns nur die Wirkleistung. Im weiteren verwenden wir daher  $P = U * I$ . Wer weitere Informationen über komplexe Leistungen haben möchte, sollte sich ein gutes Oberstufen-Physikbuch schnappen.

In diesem Zusammenhang ist auch das Verhältnis von Spannung zu Strom wichtig. Nach dem Ohmschen Gesetz

$$R = \frac{U}{I}$$

sind beide Größen durch den Widerstand miteinander verknüpft. In der Schaltung (1)



fließt demnach ein Strom  $I = 1 \text{ A}$ . Die Leistung beträgt also  $P = 10 \text{ W}$ .

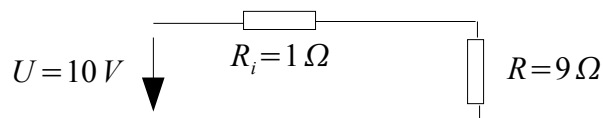
Aus

$$P = U * I$$

lässt sich mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes

$$P = U * \left(\frac{U}{R}\right) \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$$

herleiten. Daraus folgt auch, dass bei halbem Widerstand die doppelte Leistung abgegeben würde. Wenn, ja wenn nicht jeder Verstärker einen Innenwiderstand hätte. Der ist in der folgenden Schaltung (2) dargestellt:



Der Gesamtwiderstand  $R_{ges} = R + R_i = 10 \Omega$  bleibt gleich, jedoch verringert sich die Spannung an  $R$  und damit die Leistung an diesem Widerstand. Die Spannung an  $R$  berechnet sich nach

$$U_R = U * \left(\frac{R}{R_{ges}}\right) = U * \left(\frac{R}{(R + R_i)}\right) = 9 V$$

Die Leistung an  $R$  ist demnach

$$P = \frac{U_R^2}{R} = 9 W$$

Angenommen, es wäre  $R = 4,5 \Omega$ , dann wäre die Leistung nach Schaltung (1) verdoppelt, also  $P = 20 W$ . Nach Schaltung (2) ergäbe sich allerdings ein anderer Wert:

$$U_R = 10 V * \left(\frac{4,5 \Omega}{5,5 \Omega}\right) = 8,18 V$$
$$P = \frac{(8,18 V)^2}{4,5 \Omega} = 14,87 W$$

Die Leistung ist also nicht mehr umgekehrt proportional zum Widerstand.

### **Was bedeutet „Watt Sinus“?**

„Watt Sinus“ ist eine gebräuchliche Angabe der maximalen Leistung eines Verstärkers. „Sinus“ bezeichnet dabei das Messverfahren.

Es gibt verschiedene Verfahren, die Leistung eines Verstärkers zu messen. Es gibt RMS, Sinus, Nenn, Musik, Impuls und P.M.P.O.

**RMS** (Root Mean Square) arbeitet mit einem rosa Rauschen. Ein Rauschen enthält sehr viele unterschiedliche Frequenzen. Wenn man mal das Radio verstellt, erhält man ein sehr schönes Rauschen. Es gibt aber auch künstlich erzeugtes Rauschen mit besonderen Eigenschaften. Das weiße Rauschen enthält sämtliche Frequenzen im geforderten Frequenzbereich (in der Audiotechnik: 20-20.000Hz), die alle den gleichen Pegel haben. Beim rosa Rauschen dagegen fällt der Pegel pro Oktave (doppelte bzw. halbe Frequenz) mit 3dB ab, der Pegel ist bei 40Hz also um 3dB geringer als bei 20Hz und um 3dB höher als bei 80Hz. Rosa Rauschen orientiert sich dabei am Hörempfinden des Menschen, der auf hohe Töne empfindlicher reagiert als auf Tiefe. Weißes Rauschen hörte sich dagegen sehr hell und höhenbetont an.

Die maximale Leistung ist dann erreicht, wenn ein bestimmter Klirrfaktor (in % THD, Total Harmonic Distortion) erreicht wird. Dieser ist nicht genormt, den kann sich der Hersteller aussuchen, deshalb wird er bei seriösen Herstellern angegeben (z. B. 2\*70W, 0,03% THD).

**Sinus** bezeichnet ein veraltetes Verfahren, bei dem der Verstärker mit einer Sinusschwingung einer einzigen Frequenz (meist 1kHz, angegeben) gefüttert wird. Die maximale Verstärkung ist wie bei RMS erreicht, wenn ein bestimmter Klirrfaktor erreicht wurde. Hier nimmt man nach DIN 1% an. Dieser Wert ist nicht besonders praktikabel, da viel zu hoch. Die Werte liegen oberhalb von RMS, sind aber noch im Rahmen. Häufig steht, vor allem bei deutschsprachigen Prospekten, Sinus als Angabe, obwohl mit RMS gemessen wurde. „Watt Sinus“ hat sich nunmal einfach eingebürgert, mit RMS können die wenigsten etwas anfangen.

Der Begriff **Nennleistung** stammt aus der Starkstromtechnik und hat im Audiobereich nichts zu suchen, wird aber trotzdem gerne verwendet. Die Werte sind denen des RMS-Verfahrens ähnlich.

**Musikleistung** ist ebenfalls ein veraltetes Verfahren, das auf der Annahme beruht, dass Musik keinen konstanten Pegel hat (stimmt ja auch) und deswegen die Leistung deutlich höher sein kann als bei RMS. Das Problem: das Testsignal ist nicht genormt, und so kann der Hersteller mit dem passenden „Musikmaterial“ sehr hohe Leistungen erzielen.

**Impulsleistung** wird mit einem nur wenige Millisekunden dauernden Impuls die Leistung gemessen. Die ist sehr hoch, aber alles andere als praktisch relevant. Kein Musikmaterial besitzt solch einen kurzen Impuls.

**P.M.P.O.** (Peak Music Power Output, manchmal auch PMP: Peak Music Power) ist nicht weiter als ein erfundener Wert. Von [hier](#) habe ich diesen Text übernommen:

$$PMPO = Actual\_Power * k$$

*where Actual\_Power is calculated by the formula below, and k is a constant whose value is approximately equal to one's grandmother's age, divided by the square root of the distance from the office to the advertisement writer's normal place of abode - measured in millimetres, inches, furlongs, statute miles or pounds per square inch - as appropriate, to provide the number you first thought of.*

P.M.P.O. ist also die wahre Leistung (RMS), multipliziert mit einem Wert k, den man sich einfach mal so ausdenkt. Praxiswert? Gleich Null.

Wichtig ist bei allen Leistungsangaben, dass der Widerstand angegeben ist, also 4/6/8 Ohm. Sonst ist der Wert selbst bei RMS absolut nutzlos.

### **Auf meinem Plastikbomber eines koreanischen Herstellers steht aber 1000W gesamt. Wieviel habe ich denn nun?**

1000W. Und ich kann fliegen. Erstmal muss man diese Leistung halbieren, um auf die Leistung pro Kanal (rechts und links) zu kommen. Bleiben noch 500W übrig. Wie ist der Wert gemessen? Bestimmt nicht nach RMS, Sinus oder Nenn. Wohl eher Impulsleistung oder Musikleistung. Da darf man den Wert getrost noch einmal durch 10 teilen. Bleiben noch 50W pro Kanal übrig. Jetzt sind wir schon bei einigermaßen realistischen Werten. Doch werfen wir mal einen Blick auf die Rückseite oder ins Handbuch. Mit ein wenig Glück steht in letzterem die wirkliche Leistung drin, ansonsten müssen wir sie uns zusammenrechnen.

Auf der Rückseite steht ein Wert in Watt, der die Leistungsaufnahme angibt. Üblich sind bei solchen Bombern Werte um 100W. Davon ziehen wir jetzt mal 20W (da bin ich noch nett) für Display, CD-Player und irgendwelche abstrusen Equalizerschaltungen ab. Bleiben 80W für den Endverstärker übrig. Der hat, selbst bei einer guten Schaltung, einen Wirkungsgrad von gerade mal 50%. Bleiben noch 40W übrig, die auf beide Kanäle verteilt sind 20W pro Kanal. Das ist die maximale Leistung, die an den Klemmen zur Verfügung steht. Allerdings ohne Widerstand. Wenn man nun einen Widerstand anklemt, bleiben für den vielleicht noch 15W übrig.

Wer jetzt aber denkt, das wäre nur bei solchen Musikreproduktionsgeräten so, der irrt. Gerade im boomenden Heimkinobereich springen selbst als seriös angesehene Hersteller mit teuren Geräten auf diesen Zug auf. Da entstehen dann Angaben von 6\*125W, obwohl der Verstärker eine Leistungsaufnahme von gerade mal 270W hat (Teac AG-10D, UVP 699€). Hier liegt aber wenigstens noch eine gesunde Messung zu Grunde, die dann jedoch missbraucht wird. Meist wird nur ein Kanal gemessen, dessen max. Leistung ermittelt, und dann einfach behauptet, jeder Kanal könnte sie erbringen. Stimmt ja auch, aber nur, wenn jeder Kanal einzeln betrieben wird. Sind alle in Betrieb (was bei Heimkino der Fall ist), reduziert sich die Leistung dramatisch.

$$\frac{\left(\frac{270\text{ W} - 20\text{ W}}{2}\right)}{6} = 20,8\text{ W}$$

Enttäuschend. Denn davon gehen noch einmal einige Watt ab, bis man die eigentlich Leistung an z. B. 8 Ohm hat. Bevor man also solchen Angaben glauben schenkt, sollte man im Laden mal einen Blick auf dessen Rückseite werfen und eine kleine Rechnung durchführen.

Gerade habe ich festgestellt, dass manche Hersteller (zumindest Denon) mit allen Mitteln

versuchen, diesen Umstand vor dem Käufer zu verbergen. Nirgendwo wird die Leistungsaufnahme angegeben, und in [diesem Dokument](#) von der Denon-Webseite wurde auf dem Bild, dass die Rückseite des Receivers Denon A-1804 zeigt, wurde sie absichtlich unkenntlich gemacht (Bild unten auf Seite 2, bei starker Vergrößerung erkennt man einen schwarzen Streifen an der Position dieser Angabe).

### **Laut Hersteller darf ich nur 8-Ohm-Lautsprecher anschließen. Ich habe aber welche mit 4 Ohm. Geht das?**

Jein. Es besteht die Gefahr, dass der Verstärker zu viel Strom liefern muss. Dann entsteht an den Bauteilen des Verstärkers ein zu hoher Strom, er könnte sich mit Rauchsignalen verabschieden. Allerdings hat ein vernünftig aufgebauter Verstärker (das sind nach letzter Zählung alle im Handel käufliche) eine Schutzschaltung integriert, die anspricht, wenn der Strom zu groß wird. Und solange man nicht zu weit aufdreht, wird diese auch nie ansprechen.

Außerdem kann man den Ohm-Angaben auf Lautsprechern auch nicht mehr trauen (wem kann man das schon heutzutage?). Dazu sollte gesagt werden, dass ein Lautsprecher nicht bei jeder Frequenz den gleichen Widerstand hat. Er schwankt, und gerade im Bassbereich kann er bei wilden Konstruktionen schon mal sehr tief fallen, manchmal auf unter 3 oder sogar 2 Ohm. Trotzdem gibt der Hersteller 8 Ohm an. Dafür dürfte der Widerstand allerdings nicht kleiner als 80% des Nennwertes werden, bei 8 Ohm wären das also 6,4 Ohm. Bei solchen Konstruktionen kann es schon Mal vorkommen, dass die Schutzschaltung selbst bei kleinen Pegeln eingreift.

### **Ich will mir demnächst einen neuen Verstärker kaufen. Worauf sollte ich achten?**

Viele Verstärkerhersteller protzen gerne mit Leistung. Sie ist auch wichtig, allerdings weitaus weniger, als häufig, auch von Fachverkäufern, propagiert (der Zusammenhang zwischen Leistung und Lautstärke ist im Lautsprecher-FAQ erklärt).

Als erstes sollte man überprüfen, ob die Leistungsangaben realistisch sind. Dazu reicht ein kurzer Blick auf das Typenschild auf der Rückseite. Wenn man dann aber statt 70W nur 50W errechnet, ist das noch kein Grund zur Empörung. Die 50% Wirkungsgrad sind nur ein Anhaltspunkt. Errechnet man sogar noch eine Reserve (Angabe niedriger als errechneter Wert), umso besser. Mit 2\*50W an 8 Ohm ist man meistens auf der sicheren Seite.

Bei Vor- und Vollverstärkern ist die Anzahl der Anschlüsse wichtig. Kann man alle Geräte anschließen? Sind, bei AV-Receiver, genug Digitalanschlüsse vorhanden? Hat er auch einen Mehrkanaleingang (für SACD/DVD-Audio)? Ist er sauber verarbeitet? Ist die Bedienung einfach? Sind die analogen Eingänge vergoldet (besserer Kontakt auch nach Jahren)?

End- und Vollverstärker sollten ordentliche Schraubklemmen haben, damit man auch dicke Lautsprecherkabel benutzen kann; am besten mit Öffnung für Bananenstecker.

Wichtig ist auch, dass man sich den Verstärker mal in aller Ruhe mit den eigenen Lautsprechern anhören kann. Kommt er damit gut klar? Oder ist der Bass schwammig (zumindest mehr als vorher), die Höhen schrill(er)? Wie klingt es bei niedrigen Lautstärken – kaum noch verständlich oder klar? Wie bei hohen – neigt er zu Verzerrungen? Gerade wenn man mehr als 500€ für so ein Gerät ausgibt, sollte der Händler damit einverstanden sein, dass man den Verstärker wenigstens übers Wochenende testen lässt, wenigstens muss er ein Rückgaberecht nach dem Zeitraum einräumen (besser min. 1 Woche).