

Wie verhalten sich Lautstärke und Leistung zu einander?

Wattzahlen, Lautstärke & Wirkungsgrad einfach erklärt

„Mein Lautsprecher hat 800W! Der ist lauter als jeder andere!“

Diesen oder einen ähnlichen Satz hat jeder schon Mal gehört. In verschiedene Situationen, mit Bezug auf verschiedene Lautsprecher. Aber stimmt das wirklich? Ist dieser oder jener Lautsprecher lauter als „jeder andere“ weil er 800W hat? Oder steckt da etwas mehr dahinter?

Das soll hier kurz und knapp erklärt werden. Viel Spaß beim Lesen.

Für die „lesefaulen“ Menschen da draußen:
Es reicht aus nur die **fett** gedruckten Sätze zu lesen um alles zu verstehen ;)

Wie, Watt?

Zu aller erst hat ein Lautsprecher keine Watt. Ein Lautsprecher ist ja nur ein passives Teil das erst durch „Hilfe“ von außen (den Verstärker) etwas tut.

Der richtige Ausdruck ist die Belastbarkeit. Sie gibt an welche angelegte Leistung der Lautsprecher unter gewissen Rahmenbedingungen verkraftet. Diese Rahmenbedingungen sind in einer Norm zusammengefasst. Ich werde jetzt auf keine Details eingehen, es sei nur so viel gesagt, dass die angegebene Belastbarkeit NICHT die dauerhafte Belastbarkeit eines Lautsprechers widerspiegelt! Die Norm schreibt einen gewissen Ein-Aus-Zyklus vor, in dem der Lautsprecher maximal belastet wird und nicht elektrisch kaputt geht!

Sinus, nominell, RMS, Maximal, Peak oder PMPO?

Ein ganzer Wald verschiedener Wattangaben... Doch welche Angabe ist interessant, welche ist absolut unwichtig und irreführend?

Die einzig wichtige und aussagekräftige Angabe ist die RMS-Wattangabe. Sie bezieht sich auf ein gleichförmiges Sinus-Signal mit welchem der Lautsprecher gespeist wird (zyklisch; entsprechend der oben angesprochenen Norm). Ab und zu ist bei Lautsprechern (oder auch Verstärkern) die Rede von *Watt-Sinus* oder *Watt-nominell*. Das ist die gleiche Angabe.

Etwas anders ist die Angabe der Maximalen Belastbarkeit (engl. „Peak Power“). Sie ist in der Regel etwa doppelt so groß wie die RMS-Belastbarkeit und gibt an, wie stark der Lautsprecher für eine sehr kurze Zeit belastet werden kann. Damit ist aber nicht gemeint „Das Lied ist richtig toll, ich drehe mal 3 Minuten lang richtig auf“, sondern eine Zeit von bloß 1-3 Sekunden (je nach Messverfahren des Herstellers). Aus diesem Grund ist die Maximale Belastbarkeit von eher geringerer Bedeutung. Zudem existiert zur Form der Angabe und Messmethode der Maximalen Belastbarkeit keine Norm.

PMPO ist eine Angabe die gerne auf besonders billigen Lautsprechern zu finden ist. Meist im 4 bis 5-stelligen Watt-Bereich. Hierbei handelt es sich um eine rein fiktive Angabe die nur zu Werbezwecken ins Leben gerufen wurde. Sie hat keinerlei realen Bezug und sollte ignoriert werden.

So sind auch Produkte die mit einer Angabe in Watt-PMPO beworben werden im Allgemeinen zu meiden. Bei der Entwicklung wurde wenig Wert auf Qualität und gute Messwerte gelegt. Diese Nachteile versucht man dem Kunden dann mit Hilfe völlig übertriebener und erfundener Angaben vorzuenthalten.

Wie laut ist eigentlich „laut“?

Oftmals hat man einfach keine Vorstellung davon, wie laut „laut“ eigentlich ist. Hier sind ein paar Anhaltspunkte für verschiedene Lautstärken:

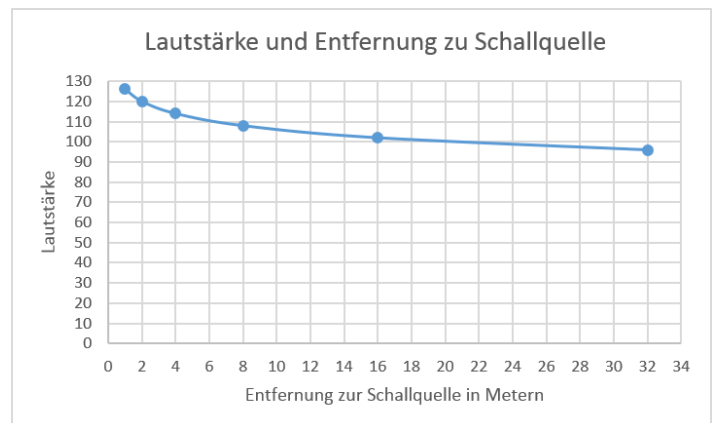
| | |
|---------------------------------------|-------|
| Unterhaltung mit einer anderen Person | 70dB |
| Stadtverkehr | 85dB |
| Rasenmäher | 92dB |
| Kettensäge | 98dB |
| Diskotheek | 105dB |
| Rockkonzert | 110dB |

Diese Angaben sind Durchschnittswerte. Nicht jeder Rasenmäher ist genau 92dB laut und nicht jeder redet mit seinem Gegenüber bei ruhigen 70dB. Auch haben nicht alle Menschen ein gleiches Empfinden von Lautstärke. Aber sie zeigen in etwa die Relationen der Lautstärken verschiedener Umgebungen und Geräte.

Zu erwähnen ist folgendes: **Mit jeder Verdopplung der Entfernung zum Lautsprecher (bzw. einer jeden Schallquelle) geht eine Absenkung der Lautstärke von 6dB einher!**

So hat man beispielsweise bei einem Rockkonzert im Abstand von einem Meter zur Anlage vielleicht um 126dB Lautstärke, in zwei Metern Entfernung allerdings nur noch 120dB. In 4 Metern noch 114dB und in 8 Metern 108dB.

Mit Hilfe verschiedener Positionierungen der Lautsprecher, zum Beispiel hängend und angewinkelt über dem Publikum, schaffen es die Tontechniker solcher Veranstaltungen dennoch das gesamte Publikum annähernd gleich laut zu beschallen, wodurch der Durchschnittswert von ca. 110dB zustande kommt.



Wie laut sind denn jetzt 100 Watt?

Was man zu der Beziehung von Lautstärke und Belastbarkeit eines Lautsprechers wissen sollte:

Lautstärke und Belastbarkeit verhalten sich logarithmisch zu einander.

Das bedeutet, dass die aufzubringende Leistung für eine Steigerung der Lautstärke zunehmend immer größer wird.

Genau gesagt geschieht das nach folgender Formel:

$$L = 10 * \log (P / 1) \text{ [dB]}$$

L steht hierbei für die Lautstärkeerhöhung in dB (Dezibel), P für die Leistung die in den Lautsprecher gegeben wird. So eine Formel sagt einigen Lesern unter Umständen nicht viel. Daher drücke ich das mal einfacher aus:

Für eine Lautstärkeerhöhung um 3dB ist eine Verdopplung der Leistung notwendig.

Man kann daher nicht pauschalisieren „100 Watt sind aber laut/viel!“. Da gehört noch mehr dazu.

Sehen wir uns das in Form einer Tabelle und eines Diagramms an:

Lautstärkerhöhung vs. zugeführte Leistung

| | |
|--------------|--------------|
| 0dB | 1W |
| +3dB | 2W |
| +6dB | 4W |
| +9dB | 8W |
| +10dB | 10W |
| +12dB | 16W |
| +15dB | 32W |
| +18dB | 64W |
| +20dB | 100W |
| +21dB | 128W |
| +24dB | 256W |
| +27dB | 512W |
| +30dB | 1000W |



Die Lautstärke erhöht sich konstant, die Leistung hingegen wird alle 3dB verdoppelt. Betrachtet man das Diagramm so erkennt man die immer größer werdende Leistungssteigerung noch deutlicher.

Markante Werte, +10dB, +20dB und +30dB kann man sich sehr leicht merken. Eine Steigerung von 10dB entspricht immer der 10-fachen aufzubringenden Leistung.

Was bedeutet das für mich?

Es bedeutet folgendes: **Die Lautstärke die ein Lautsprecher oder eine Lautsprecherbox *grundlegend* erzeugt ist wesentlich wichtiger für die maximal erreichbare Lautstärke als die Belastbarkeit.** Denn wenn eine Box von Grund auf lauter ist als eine Andere, kann sie in aller Regel auch eine höhere Endlautstärke erreichen. (Mehr oder weniger) unabhängig von ihrer Belastbarkeit gegenüber einer anderen Box. Diese *grundlegende Lautstärke* wird Wirkungsgrad genannt.

Der Wirkungsgrad ist die Lautstärke die ein Lautsprecher bzw. eine Lautsprecherbox in einem Meter Entfernung erzeugt, wenn er/sie mit 1W Leistung gespeist wird.

Der Wirkungsgrad einer Lautsprecherbox die ein bestimmtes Lautsprecherchassis verwendet fällt (fast) immer höher aus als der Wirkungsgrad des Chassis selbst. Verschiedene Gehäusekonstruktionen haben einen verschieden starken Einfluss auf den Wirkungsgrad:

Hörner zum Beispiel sorgen für einen stark gesteigerten Wirkungsgrad, ventilierte Gehäuse wie Bassreflex und Bandpass ebenso. Geschlossene Gehäuse sowie offene Schallwände steigern den Wirkungsgrad weniger stark.

Exotische Gehäuse wie etwa das Unterresonanzgehäuse (URPS), besondere Formen von Bandpässen oder auch (Bass-)Di- und Ripole haben teils sogar einen geringeren Wirkungsgrad als das Chassis an sich.

Zusammenschlüsse mehrerer gleicher Lautsprecherboxen, sogenannte *Stacks*, *Cluster* oder *Arrays* steigern ebenfalls den Wirkungsgrad je nach Aufstellungsart.

Wie muss ich mir das mit dem Wirkungsgrad vorstellen?

Ein kleines Beispiel zu Verdeutlichung:

Eine HiFi-Standbox, die für gewöhnlich nicht sonderlich laut ist, kommt mit rund 88dB Wirkungsgrad daher und ist mit 110W belastbar bevor sie kaputt gehen könnte (als Beispiel die Canton Ergo 670 DC). Daraus ergibt sich:

| | | |
|-------|-------|------|
| 88dB | 0dB | 1W |
| 91dB | +3dB | 2W |
| 94dB | +6dB | 4W |
| 97dB | +9dB | 8W |
| 100dB | +12dB | 16W |
| 103dB | +15dB | 32W |
| 106dB | +18dB | 64W |
| 109dB | +21dB | 128W |

Die HiFi-Box wird also irgendwo bei ca. 108dB am Ende sein.

Ein richtiger Beschallungslautsprecher (wie etwa der RCF ART 312 MK3) der auf hohen Wirkungsgrad gezüchtet wurde hat beispielsweise rund 97dB und ist mit 300W belastbar:

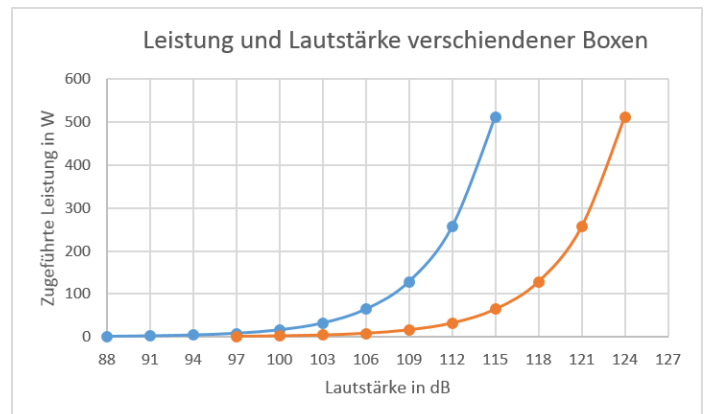
| | | |
|-------|-------|------|
| 97dB | 0dB | 1W |
| 100dB | +3dB | 2W |
| 103dB | +6dB | 4W |
| 106dB | +9dB | 8W |
| 109dB | +12dB | 16W |
| 112dB | +15dB | 32W |
| 115dB | +18dB | 64W |
| 118dB | +21dB | 128W |
| 121dB | +24dB | 256W |
| 124dB | +27dB | 512W |

(Bei dieser Lautstärke ist die HiFi-Box am Ende!)

Die Maximallautstärke wäre bei ca. 122dB erreicht.

Das nebenstehende Diagramm zeigt die Lautstärken der verschiedenen Boxen noch deutlicher.

Nehmen wir nun für die HiFi-Box die Belastbarkeit von 800W aus dem Einleitungssatz an, so ergibt sich eine maximale Lautstärke von 117dB. Das ist immer noch 5dB leiser als der Beschallungslautsprecher, der weniger als die Hälfte der Belastbarkeit aufweist.



Die Erkenntnis: **Die Wattangabe allein sagt (mehr oder weniger) nichts über die erreichbare Lautstärke aus.**

Der Einleitungssatz ist somit falsch. Nur weil ein Lautsprecher mit 800W belastbar ist, ist er noch lange nicht lauter als jeder andere. Als Hinweis: Um so laut zu sein wie der Beschallungslautsprecher müsste der 800W Lautsprecher (mit 88dB Wirkungsgrad) mit über 2500W belastbar sein!

Schlagwörter:

| | |
|----------------------------------|--|
| Belastbarkeit: | Leistungsvermögen eines Lautsprecherchassis oder einer Lautsprecherbox, angegeben in der Einheit Watt [W] |
| Wirkungsgrad: | Lautstärke eines Lautsprecherchassis oder einer Lautsprecherbox gemessen in 1 Meter Entfernung bei 1W Eingangsleistung (2,83V bei 8Ohm; 2V bei 4Ohm) |
| Verstärker: | Gerät zur Verstärkung schwacher Audiosignale um Lautsprecher/-boxen anzutreiben |
| Lautsprecher/-box: | Gerät zur Wandlung elektrischer Signale in Schallwellen |
| Beschallungslautsprecher: | Lautsprecherbox mit besonderen Eigenschaften bzgl. des Wirkungsgrades, des Abstrahlverhaltens und der Robustheit |
| Chassis: | Der Lautsprecher an sich (z.B. Hochtöner, Mitteltöner oder Tieftöner) |
| Gehäuse/Box: | „Behausung“ für ein oder mehrere Lautsprecherchassis |
| Gehäuseformen: | |
| Geschlossen: | Einfaches, geschlossenes Gehäuse ohne jegliche Besonderheiten |
| Unterresonanz (URPS): | Sehr kleines geschlossenes Gehäuse welches unter der Gehäuseeigenen Resonanzfrequenz betrieben wird (Under-Resonance-Powered-Speaker) |
| Bassreflex: | Geschlossenes Gehäuse mit zusätzlicher Schallaustrittsöffnung die mit ihren Dimensionen und dem Gehäusevolumen zu einem schwingenden System wird |
| Bandpass: | Kombination aus geschlossenem- und Bassreflexgehäuse |
| Offen: | Geschlossenes Gehäuse ohne Rückwand (und evtl. ohne Deckel) |
| Horn: | Geschlossenes (selten auch ventiliertes) Gehäuse mit einer erst sehr kleinen und dann sich konstant oder exponentiell öffnenden Schallaustrittsöffnung |

Vielen Dank fürs lesen! Bei akuten Fragen, lobender oder auch tadelnder Kritik und hilfreichen

Anregungen schicken sie bitte eine E-Mail an

malte.laue91@gmail.com

oder besuchen sie das HiFi-Forum (**www.hifi-forum.de**).