

Pegelrechnung

Die Umrechnung von linearen Grössen wie Spannung (V) oder Leistung (W) in logarithmische Einheiten (Dezibel, dB) bietet die Möglichkeit unterschiedliche Spannungs- bzw. Leistungsbereiche in Relation zueinander zu setzen, selbst wenn sich diese um einige Grössenordnungen unterscheiden.

In der analogen Tontechnik werden idR elektrische Spannungen oder Leistungen erzeugt (z.B. in einem Mikrofon) bzw. umgewandelt (Lautsprecher). Dabei entspricht im dynamischen Umfang moderner Audiogeräte das lauteste Signal problemlos dem 100'000fachen Spannungswert (oder dem 10'000'000'000 Leistungswert) gegenüber dem Grundrauschen.

Da das Gehör des Menschen auf Spannungsverdopplungen/-halbierungen jeweils mit dem Empfinden von doppelter/halber Lautstärke reagiert, müsste man also ständig zwischen wenigen Millivolt und mehreren Volt Spannung hin- und her wechseln. Bei der Leistung ist dies noch extremer, da diese durch den Zusammenhang von Leistung = Spannung*Strom und Strom = Spannung/Widerstand (letzterer ist idR. fest definiert) quadratisch steigen muss - d.h. eine Lautstärkeverdopplung* führt zur vierfachen Leistung.

Diese Zahlenwerte sind jedoch recht unpraktisch zu handhaben und entsprechen nicht unserem Empfinden, daher wird in der Praxis meist das Dezibel (dB) genutzt.

So kann man die vielen, im ersten Abschnitt genannten Ziffern auf eine Angabe von 100dB reduzieren.

Als grundsätzliche Orientierung: Eine Verdopplung der Spannung erhöht den Pegel um 6dB, eine Verdopplung der Leistung um 3dB.

Das dB an sich ist nur eine relative Einheit und eignet sich ohne Zusatz nur zur Darstellung einer Erhöhung oder Verringerung des Pegels bzw. eines Pegelumfangs ([Dynamik](#)).

Erst mit Zusatzkürzeln wird aus dem dB ein Absolutwert, z.B. in

- dB SPL (*sound pressure level* = Schalldruckpegel),
- dBA (SPL mit Frequenzbewertungskurve A),
- dBu (Spannungspegel mit 0.775V als Referenzspannung),
- dBV (Spannungspegel mit 1V als Referenzspannung),
- dBm (Leistungpegel mit 1mW als Referenzleistung - ist vor allem im Funkbereich anzutreffen) oder auch
- dBFS (FullScale, im digitalen Bereich vorzufinden - erlaubt grundsätzlich nur negative Werte, über 0 tritt Clipping auf)

Spannungspegel können recht einfach übersetzt werden, im besten Fall kennt man bereits den jeweiligen Versatz - so beträgt z.B. der Unterschied zwischen dBu und dBV immer 2.21dB.

An anderen Stellen z.B. bei der Mikrofonvorverstärkung müssen u.U. die verschiedenen Angaben addiert/subtrahiert werden (Wenn man sich denn dafür interessiert).

Komplexer wird es wenn man Spannungs- und Leistungspegel vergleichen muss, da hier die jeweiligen Anschlussimpedanzen berücksichtigt werden müssen.

Leistungspegel vs. Spannungspegel

- **dBm = Leistungspegel**

Wird berechnet nach der Formel:

$$\text{dBm} = 10 \cdot \log (P \text{ [mW]} / 1 \text{ mW})$$

Umkehrung:

$$P \text{ [mW]} = 10^{(\text{dBm} / 10)} \cdot 1 \text{ mW}$$

- **dBu = Spannungspegel**

Formel:

$$\text{dBu} = 20 \cdot \log (U \text{ [V]} / 0.775 \text{ V})$$

Umkehrung:

$$U \text{ [V]} = 10^{(\text{dBu} / 20)} \cdot 0.775 \text{ V}$$

Zur Umrechnung muss man also die Leistung P[W] in Spannung U[V] oder umgekehrt umrechnen, dafür braucht es die Impedanz (Z) bzw. den Widerstand R[Ω]

- $P = U^2 / R \leftrightarrow U = \sqrt{P \cdot R}$

Beispiel - 22dBu an 600Ω:

1. $U \text{ [V]} = 10^{(22 \text{ dBu} / 20)} \cdot 0.775 \text{ V} = 9.76 \text{ V}$
2. $P = 9.76 \text{ V}^2 / 600 \Omega = 0.159 \text{ W} = 159 \text{ mW}$
3. $10 \cdot \log (159 \text{ mW}) = 22 \text{ dBm}$

Das Ganze zum Vergleich an 2kΩ:

1. $U \text{ [V]} = 10^{(22 \text{ dBu} / 20)} \cdot 0.775 \text{ V} = 9.76 \text{ V}$
2. $P = 9.76 \text{ V}^2 / 2000 \Omega = 0.048 \text{ W} = 48 \text{ mW}$

$$10 \cdot \log (48 \text{ mW}) = 16.8 \text{ dBm}$$

* Zur Begriffsklärung "Lautstärke":

Genau genommen ist "Lautstärke" in diesem Zusammenhang der falsche Begriff, da dieser ein subjektives Empfinden beschreibt und daher eher als grobe Orientierung dient. Verwendet wurde dieser aus Gründen der allgemeinen Verständlichkeit.

Da das Thema "Pegelrechnung" gerade für Einsteiger an sich schon komplex genug ist, verzichte ich an dieser Stelle auf die genaue Begriffserläuterung und verweise gerne auf unten stehende Kommentare und vllt. zukünftige Lexikoneinträge zum Thema "Lautstärkeempfindung".