

Wieviel ist ein Dezibel?

Ein Dezibel ist der Lautstärkeunterschied, den man gerade noch hören kann. Das habe ich mal als Richtwert im Studium gelernt. Es handelt sich um einen Richtwert, d.h. es gibt Leute, die noch kleinere Unterschiede hören können. Mit einem Verstärker mit der Lautstärke-Anzeige in dB kann es jeder selbst ausprobieren.

Aber das ist natürlich nicht die Definition des Dezibels.

Dezibel steht für einen Pegel in Bezug zu einem anderen Pegel.

dB ist die Abkürzung für Dezibel. Ein Dezibel ist ein Zehntel eines Bel und das wurde benannt nach Alexander Graham Bell, dem es 1875 das erste Mal gelang, mit Hilfe eines Apparates einen Ton zu übertragen. 1876 installierte er dann die erste Telefonübertragung und hat diese Welt wohl extrem verändert.

Abhängig von den zu messenden Einheiten, wird der Faktor 10 oder 20 verwendet: Bei Leistungen wird der Faktor 10 verwendet. Das Dezibel wird ermittelt nach der Formel: $dB = 10 \log(P1 / Pref)$, wobei Pref der Referenzpegel ist.

Wenn man einen Minuswert hat, z.B. - 10 dB, dann bedeutet das, daß der Pegel leiser als der Vergleichspegel ist. Bei Plus ist er lauter. Würde man in Bel messen, würde man rechnen: $B = \log(P1/Pref)$

Ein Beispiel zur Berechnung

Noch eine Bemerkung zum log, falls jemand vergessen haben sollte, was das ist:

Mit log ist hier immer der Logarithmus zur Basis 10 gemeint.

Positive Werte: 10^4 ist 10000

Dann ist der Logarithmus von 10000 zur Basis 10 der Wert 4.

Negative Werte 10^{-4} ist 0,0001

Dann ist der Logarithmus von 0,0001 zur Basis 10 der Wert -4.

Ist z.B. ein Pegel von 1 mV zu einem Referenzpegel von 10 V angegeben, dann würde man rechnen: $0,001 \text{ V} / 10 \text{ V} = 0,0001$. Der Logarithmus von 0,0001 ist -4. Der Dezibelwert wäre (20 mal -4) ergibt -80dB.

Warum wird mal mit 10 und mal mit 20 multipliziert: Mit 10 wird multipliziert, weil man den Wert in Dezibel angibt. (10 Dezibel sind ja ein Bel). Also geht es hier nur noch um den Faktor 2.

Ursprünglich wird mit Dezibel ein Verhältnis zweier Leistungen dargestellt. Dann wird einfach der Faktor 10 für die Umrechnung von Bel auf Dezibel verwendet. Wenn man nicht Leistungen sondern was anderes betrachtet, dann ist es evtl. anders, am Beispiel Leistung P zu Spannung U und zum Widerstand R: Die Leistung errechnet sich z.B. aus U^2 geteilt durch R.

Pegel = $10 \log(P/Pref) = 10 \log(U^2 / R) = 20 \log(U)$. So kann man sich selbst über die Formeln ableiten, ob man 10 oder 20 verwenden muß:

Schalleistung: 10, Schalldruck 20 (da der Schalldruck quadratisch zur Schalleistung ansteigt),

Leistung (Watt) 10, Spannung (Volt) 20 (da die Leistung quadratisch zur Spannung ansteigt)

Ich hoffe, daß damit alle Klarheiten beseitigt sind.

Das **Bel** als Maßeinheit ist unüblich, da sich mit dem Dezibel (einem Zehntel) die Verhältnisse wesentlich besser darstellen lassen.

Die Messung von Pegeln in dB beschreibt immer nur einen Relativwert, die Differenz zwischen zwei Werten. Der absolute Wert des Signals ist dabei unerheblich. Um mit dB einen absoluten Wert zu beschreiben, ist ein Referenzpunkt notwendig. Im Lauf der Zeit sind verschiedene Referenzpunkte definiert worden:

Das Sone

Das Sone ist in DIN 45631 (Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum; Verfahren nach E. Zwicker) festgelegt.

Es sind in der Norm 10 spezielle Kurvenblätter festgelegt, 5 für freies Schallfeld, 5 für Diffusfeld. Man misst die Schallintensität in den festgelegten Frequenzbereichen und die Gewichtung erfolgt nach diesen Kurvenblättern. Die Kurvenblätter berücksichtigen Verdeckungseffekte und die unterschiedliche Empfindlichkeit des Ohrs.

Das Sone ist eine bessere Näherung des Lautstärkeempfindens als die allseits bekannten dB(A).

Die Lautheit eines 1000 Hz Tones mit einem Schalldruck von 40 dB ist definiert als 1 Sone.

Bel	dB(A)	Phon (@1kHz)	Sone
2	20	20	0.15
3	30	30	0.3
3.5	35	35	0.5
4	40	40	1
5	50	50	2
6	60	60	4
7	70	70	8
8	80	80	16

Verschiedene dB-Definitionen.

0 dBV repräsentiert den Pegel eines Sinus-Tonsignals von 1 Volt RMS. 0dBV = 1V. Die Angabe eines Pegels in dBV hat keinen Bezug zur Impedanz einer angeschlossenen Quelle oder eines angeschlossenen Verbrauchers.

0 dBu repräsentiert den Pegel eines Signals von 0,775 Volt RMS im Leerlauf, d.h. am offenen Ausgang oder Eingang.

0 dBm repräsentiert den Pegel eines Signals, der bei einer Impedanz von 600 Ohm und einer Leistung von 1 mWatt entsteht. Über 600 Ohm entspricht das 0,775 Volt RMS. Das ist auch der Grund für die Definition von 775mV als "0dB". Das dBm entstand während der Entwicklung der ersten effizienten Telefonanlagen. Auch der historische Bezug auf 600 Ohm kommt aus dieser Technik, der typischen Impedanz einer analogen Telefonleitung. dBm ist vor allem in der HF-Technik von Bedeutung.

dBm

In der Hochfrequenztechnik wird mit Pegeln dbm gearbeitet, denen die Bezugsleistung 1 mW an 50 Ohm zugrunde liegt.

dBc

In der Fernsehtechnik ist ein Wellenwiderstand von 75 Ohm gebräuchlich. Die Bezugsgröße des in dBc angegebenen Pegels ist die Spannung 1 Mikro-Volt an 75 Ohm.

4dBu

Standardpegel für professionelles Audio-Equipment ist heutzutage **+4dBu**. Das entspricht einem Pegel von 1,23 Volt RMS am offenen Ausgang oder Eingang. Semiprofessionelles Equipment bezieht sich dagegen üblicherweise auf einen Pegel von -10dBV. Das hat für den Hersteller bedeutende Vorteile, da Eingangs- und Ausgangsstufen in diesem Spannungsbereich wesentlich kostengünstiger sind.

Für die Umrechnung von dBV und dBu gilt: 1 dBV ist gleich +2.2dBu.

Das heißt, die Pegeldifferenz zwischen -10dBV und +4dBu ist nicht 14dBu, wie oft angenommen, sondern nur 11,8dBu. Das entspricht aber wiederum einer Spannungsdifferenz von ungefähr 1:4!

db/W/m, db/1W/1m und db/2,83V/1m:

2,83 Volt ist die Spannung, die an einem 8-Ohm Widerstand genau 1 Watt entspricht. $P = U^2 / R = 2,83^2 / 8 = 1$

Die drei Angaben sind also identisch.

Bei 4 Ohm wäre es eine Spannung von 2 V: $2^2 / 4 = 1$.

Schalldruckpegel dB SPL

Um mit dB einen absoluten Wert anzugeben, ist bekanntlich ein Bezugswert notwendig, mit dem man die Messung vergleicht. Für Schallpegelmessungen wurde als Bezugswert (oder Vergleichsgröße) die Hörschwelle eines gesunden Menschen definiert. Diese Reizschwelle beträgt 0,00002 Pascal (0,00002 Newton pro Quadratmeter).

Der Schalldruckpegel wird nach folgender Formel berechnet: $20 \times \text{LOG}(p/p_0)$

Dabei sind p = gemessener Schalldruck (in Pascal) und p_0 = Bezugsschalldruck (20Pa)

Die dadurch entstehenden Werte mit der Einheit dB SPL (Sound Pressure Level) sind ein Maß für die Krafteinwirkung die durch den Wechseldruck in der Luft entsteht und sind mit dem Lautstärkeempfinden des Menschen verknüpft. Der Wertebereich reicht von 0 dB SPL bis ca. 130 dB SPL und ist somit viel handlicher als die ursprüngliche Schalldruck-Skala.

Häufig wird der Schalldruckpegel nicht linear angegeben. Normalerweise wird zu Messungen der "A"-bewertete Schalldruckpegel herangezogen. Diese Bewertung entspricht weitgehend der menschlichen Hörcharakteristik. Der dB SPL (A) Pegel repräsentiert auch am besten die Ursachen und Folgen eines Hörverlustes durch Lärmbelastung und ist damit am besten geeignet, Grenzwerte für Lärmbelastigungen festzulegen.

Ein Schalldruckpegel kann mit einem Schalldruckpegelmeßgerät gemessen werden. Dieses gehört zur Ausrüstung eines jeden HiFi-Fans mit einer Surroundanlage: Korrekterweise müßte man jede Anlage auf gleiche Pegel am Ort des Hörens einstellen (mit einer Test CD/DVD/SACD). Solche Schalldruck-Meßgeräte gibt es bereits für weniger als 30 Euro. Es sollen welche auch schon als Zugabe bei Abonnements der HiFi-Presse verteilt worden sein...

dBFS, dB Full Scale

0 dBFS repräsentiert den maximalen möglichen Wert in digitalem Equipment. Alle Werte können nur unterhalb 0 dBFS liegen, da dieser Wert digitale Übersteuerung bedeutet.

0 dBFS bedeutet in der digitalen Wert ein digitales Wort mit nur "Einsen": 1111 1111 1111 1111 1111 (20 bit Full Scale).

Der niedrigste Wert läßt sich daraus natürlich auch ableiten: 0000 0000 0000 0000 0001 (20 bit, -120 dB). Für 16 bit beträgt dieser Wert: 0000 0000 0000 0001 (-96 dB) und für 24 bit: 0000 0000 0000 0000 0000 0001 (-144 dB).

Der analoge sogenannte "Full-Scale Input Level" bedeutet einen analogen Eingangspegel, der das digitale Equipment gerade voll aussteuert, ohne zur digitalen Übersteuerung zu führen.

Bei manchen Verstärker wird der Pegel angezeigt in dB, allerdings mit Minus-Werten, besprochen z.B. Die maximale Lautstärke wird in diesen Fällen mit 0 dB angegeben. Der normale Pegel ist dann leiser, hat also ein Minus-Vorzeichen. Wenn z.B. -40dB angezeigt werden, dann könnte der Verstärker theoretisch noch 40dB lauter spielen. Ob das die Ohren oder der Verstärker oder die Lautsprecher verkraften, ist eine andere Sache. Über die Leistung kann man eigentlich nur spekulieren. Ein Verstärker mit 100 Watt, dessen Lautstärke am Lautstärkereglern mit - 40 dB eingestellt ist, leistet evtl. gar nichts, weil z.B. gar kein Signal da ist (CD ist auf Pause), oder der Eingang des Verstärkers ist übersteuert, dann könnte man evtl. nur noch 20 dB lauter spielen, bis auch die Endstufe begrenzt. Das alles würde das Thema "Was ist ein Dezibel" sprengen.

Warum verwendet man überhaupt Dezibel als Maßeinheit?

Das Ohr kann einen enorm großen Bereich von Schalldruckpegeln hören: Der Schalldruck des hörbaren Schalls liegt zwischen 0,00002 und 20 Pascal, der Schalldruck zahlenmäßig dabei nur zwischen 0 und 120 dB, d.h. in einem überschaubaren Zahlenbereich. $20 \log (20/0,00002) = 20 \log (1000 000) = 20 * 6 = 120 \text{ dB}$
(1 Pascal = 1 N/m²)

Wie laut ist es im Bierzelt?

Eine Messung im Flötzinger-Bräu-Bierzelt auf der Rosenheimer Wiesen (Herbstfest) am 5.9.2003 um 22:10 Uhr ergab:

89-92 dB wenn keine Musik gespielt wurde,

89-95 dB wenn Musik gespielt wurde, mit Spitzenwerten von 103 dB. Das war schon extrem laut und unangenehm. Eine Unterhaltung war teilweise auch mit direktem Schreien ins Ohr eines anderen nicht mehr möglich.

Tabelle

