

Eine Frage der Größe

Pegel bei Stereoanlagen sowie in der Studio- und Tonbandtechnik

Von Claus Müller

Die Schwierigkeit der Einschätzung und Umrechnung verschiedener Pegel besteht vor allem wegen deren Einheiten. Im Audiobereich werden sie in Volt (V), Millivolt (mV), Mikrovolt (μV) oder in Dezibel (dB) angegeben. Die logarithmische Dezibel-Rechnung fällt vielen Anwendern schwer, obwohl sie für die Vereinfachung zum Rechnen, vor allem zwischen großen Pegelunterschieden, eingesetzt wird. Dieser Artikel erklärt die Zusammenhänge mit Rechenbeispielen (Bild1).

0 dBu ist ein häufig verwendeter Spannungspegel, z. B. in der Tonstudioteknik. Er entspricht dem absoluten Spannungspegel von 0,775 Volt (Zeile 07 in Tabelle 1). Das „u“ steht für „unloaded“ (ohne Last, bzw. Leerlauf), für „unit“ (Spannungseinheit) oder für „unspecified“ (Lastimpedanz nicht festgelegt).

Der Bezugspegel 0 dBV folgt denselben Regeln, der Bezugswert ist 1 Volt, wofür das „V“ steht. Zwischen 0 dBu und 0 dBV liegen 2,2 dB. Beispiel: 0 dBu entsprechen -2,2 dBV. Addiert man 2,2 dB zum Wert in dBV, so erreicht man den Wert in dBu. Ein weiteres Beispiel: -10 dBV entsprechen -7,8 dBu.

Bleiben wir beim Pegel in dBu und der Spannung in Volt. Tabelle 1 veranschaulicht die Pegelverhältnisse in absoluten Werten (dBu und Volt) sowie den Faktor (die Vervielfachung oberhalb 0 dBu oder die Teilung unterhalb 0 dBu) der Verstärkung bezüglich 0 dBu = 0,775 Volt: +6 dB bedeuten eine Verdopplung und -6 dB eine Halbierung des Spannungswertes, +20 dB eine Verzehnfachung und -20 dB eine Zehnteilung des Spannungswertes. Bei den Spannungswerten (Spalte D; Bild 1 rechts; Bild 2 rechts) wird klar, dass diese, auch wegen der vielen Komma-

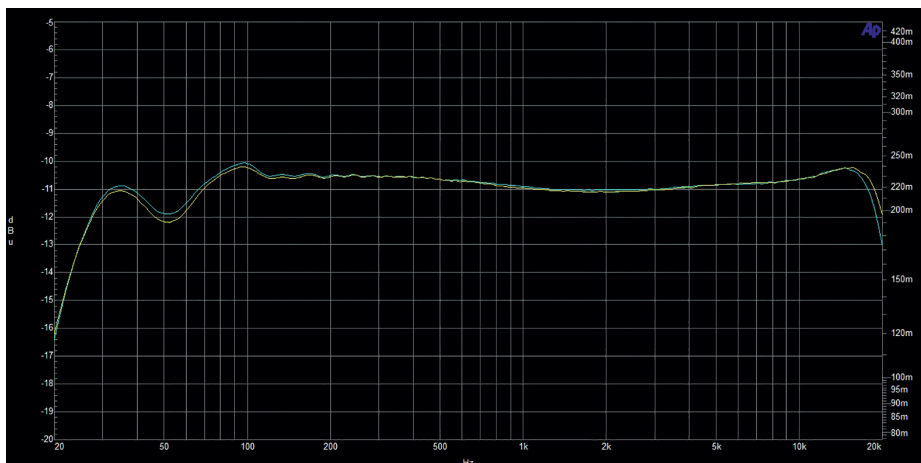


Bild 1: Pegelverlauf über Band eines Telefonken M15A mit 38 cm/s. Links sind die Einheit in dB, rechts die entsprechenden Werte in Millivolt, unten die Frequenz in Hz; Details siehe auch Bild 2

	B	C	D	E	F
Zeile	nWb/m	dBu	Volt	Faktor	Erklärung
01		+20	7,7500000	10,0000	
02	1028	+12	3,0853306	3,9811	Studio-Masterband Maximalpegel für einen Klirrfaktor von 3% bei 1000 Hz
03		+10	2,4507652	3,1623	
04	514	+6	1,5463283	1,9953	Studionormpegel für Anzeige 0 dB in der Regie, Studiopegel ARD (Rundfunk)
05	408	+4	1,2282922	1,5849	Studiopegel USA, Japan (Professionelles Studio)
06	324	+2	0,9756672	1,2589	Älterer Stereopegel für 2 mm Spurbreite auf 1/4" Tonband
07	257	0	0,7750000	1,0000	Audio, NF-Technik, kein Impedanz-Bezug (Semiprofessionelles Studio)
08		-7,8	0,3157197	0,4074	Heimtechnikpegel -10 dBV
09		-10	0,2450765	0,3162	Gebräuchlicher Pegel bei HiFi-Anlagen
10		-20	0,0775000	0,1000	
11		-30	0,0245077	0,0316	
12		-40	0,0077500	0,0100	
13		-47	0,0034618	0,0045	Ausgangsspannung MM-Tonabnehmer (2mV bis 5mV an 47kOhm)
14		-50	0,0024508	0,0032	
15		-60	0,0007750	0,0010	
16		-68	0,0003085	0,0004	Ausgangsspannung MC-Tonabnehmer (0,1mV bis 0,5mV an 100 Ohm)
17		-70	0,0002451	0,0003	
18		-80	0,0000775	0,0001	

Tabelle 1: Nanoweber pro Meter (nWb/m), Dezibel (dB), Spannungen (Volt), Faktor und Erklärung

stellen, schwer im Überblick zu behalten sind. Mit den Dezibel-Werten (Spalte C; Bild 1 links, Bild 2 links) wird die Rechnung einfacher. Zu beachten ist, dass man oberhalb von 0 dBu ins Positive und unterhalb davon ins Negative rechnen bzw. denken muss.

Vorteil der dB-Rechnung: Beim Verstärkungs- oder Dämpfungs-factor spricht man von dB (Dezibel), was mit Spannungswerten in dieser kompakten Form unmöglich wäre.

Das Verstärkungs- bzw. Dämpfungsmaß dB ist eine relative Größe, der Wert dBu ist eine absolute Größe und bezieht sich auf den festgelegten Wert von 0,775 Volt (Bild 2).

Beispielrechnungen mit Tabelle 1 (Vorgabewerte sind gerundet):

- Ein Moving Coil-Tonabnehmer hat eine Ausgangsspannung von 0,31 Millivolt (0,00031 Volt)
 - Wir finden den Wert in Tabelle 1, Zeile 16, Spalte D
 - Die Ausgangsspannung beträgt -68 dBu
- Ein Moving Magnet Tonabnehmer hat eine Ausgangsspannung von 3,5 Millivolt (0,0035 Volt).
 - Wir finden den Wert in Tabelle 1, Zeile 13, Spalte D
 - Die Ausgangsspannung beträgt -47 dBu
 - Der Pegelunterschied der beiden Tonabnehmer beträgt 21 dB
- Eine Moving Magnet-Phonostufe verstärkt das Signal des Tonabnehmers aus Beispiel 2 mit 37 dB
 - Wir rechnen: $(-47 \text{ dBu}) + 37 \text{ dB} = (-10 \text{ dBu})$
 - Diesen Wert finden wir in Zeile 09, Spalte C
 - Der Pegel -10 dBu ist ein gebräuchlicher Pegel bei (älteren) HiFi-Anlagen

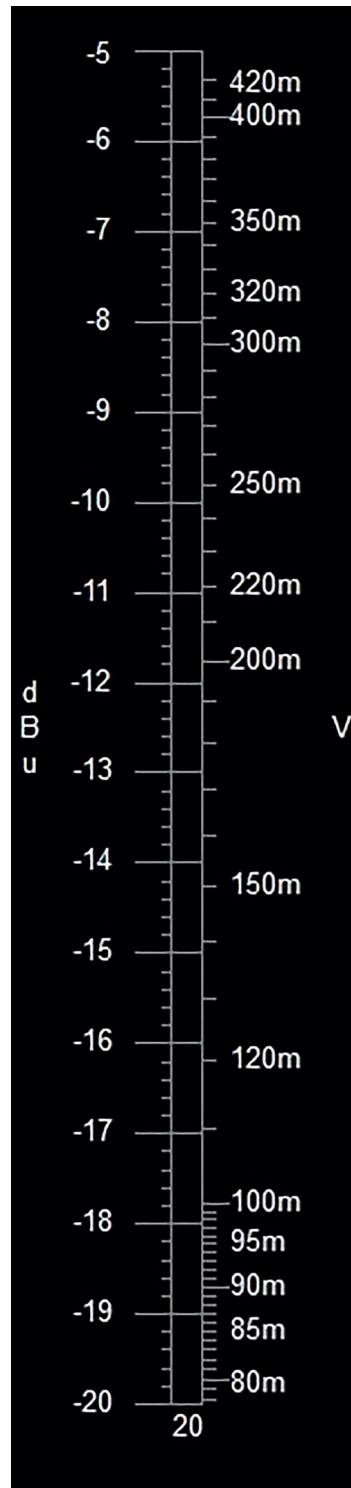


Bild 2: Auszug aus Bild 1

- Ein Studio-Tonbandgerät hat einen Ausgangspegel von +6 dBu. Um wieviel dB ist das Gerät lauter als eine Quelle, die eine Ausgangsspannung von 0,25 Volt liefert?
 - Wir finden den ersten Wert in Zeile 04, den zweiten Wert in Zeile 09
 - Die Differenz beträgt 16 dB
 - Wir müssen „durch die Null“, vergleichbar mit der Berechnung der Temperaturdifferenz auf einem Thermometer zwischen Plus- und Minusgraden

Pegel im Tonbandbereich

Im Tonbandbereich gibt der magnetische Fluss Φ (Phi) in nWb/m die Stärke des magnetischen Feldes an, das auf einem Band gespeichert werden kann. Dieser Wert korreliert mit den Dezibel-, Spannungs- und Faktorwerten der Spalten C, D und E in der Tabelle 1. Doppelter Pegel bedeutet +6 dB sowie eine Verdoppelung des magnetischen Flusses. Die dB-Werte dazwischen (siehe Zeile 05 und 06) lassen sich über den Faktor berechnen. Die Werte des magnetischen Flusses werden oft gerundet. Statt 514 nWb/m werden z. B. 510 nWb/m angegeben. Solch geringe Toleranzen können vernachlässigt werden, sie entsprechen in diesem Fall 0,07 dB, kleiner als die berühmte Zeigerbreite bei analogen Messinstrumenten.

Im Tonbandbereich spielt sich die Pegelwelt zwischen 0 dBu und +6 dBu ab, also in einem recht kleinen Bereich von 6 dB zwischen 0,77 V und dem doppelten Wert von 1,55 V. Innerhalb dieser Spanne findet man an Pegeln praktisch alles. Viele professionelle, aktuell zu erwerbende Masterbandkopien werden, entsprechend pegelfestes Material vorausgesetzt, mit +6 dBu bzw. 514 mWb/m oder sogar einen Tick höher angesteuert. Das garantiert einen hohen Signal-Rauschabstand. Es spricht nichts dagegen, eine Kopie mit +4 dBu aus den USA zu bekommen, wenn sie 1:1 vom ursprünglichen Band gezogen wurde. Solche Aufnahmen sind meist rauschfrei genug. Geräte aus dem semiprofessionellen bzw. Amateur-Bereich kommen mit 0 dBu gut klar. Auch bei diesem Pegel ist bereits eine hervorragende Performance zu erwarten. Mehr hilft also nicht immer mehr.

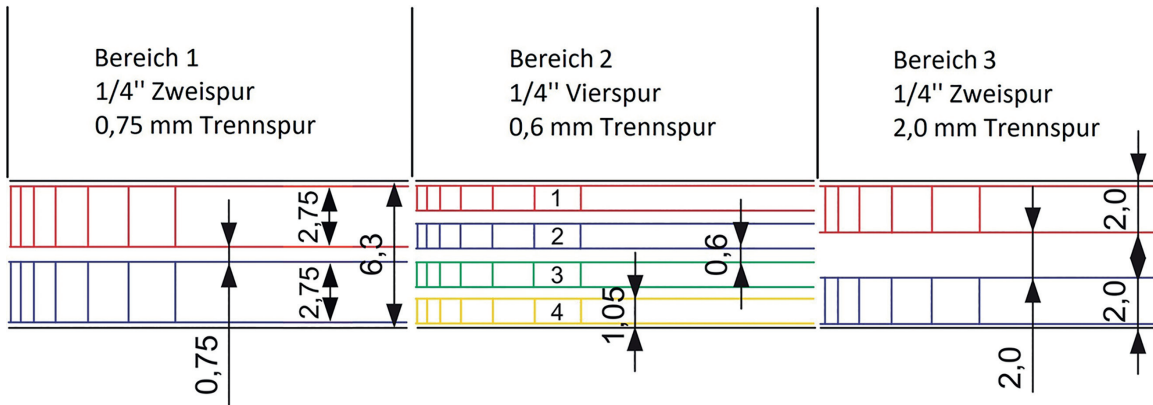


Bild 3: Beispiele gängiger Spurarten

Spuren und Pegel

(Bild 3) Spannend wird nun die Frage, was eigentlich passiert, wenn man z. B. ein mit 0,75 mm Trennspur aufgenommenes Band (Bereich 1 in Bild 3) mit einer Zweispurmaschine mit 2 mm Trennspur (Bereich 3) abspielt. Das Frequenzspektrum der Musik wird sich nicht ändern, wohl aber der Pegel. Zwischen den Spurbreiten 2,6 mm und 2,0 mm liegen ca. 2 dB Pegelunterschied.

Interessant wird es zwischen Bereich 1 und Bereich 2. Für die Spuren beider Bereiche kompatibel abspielbare Masterbandkopien sind mit 19 cm/s und 250 nWb/m seit 2022 am Markt. Sie werden auf einer Zweispurmaschine mit einer Spurbreite von 2,75 mm (Bereich 1) aufgenommen und können auch mit einer Viertelspurmaschine (Bereich 2) abgelesen werden. Als Stereospur-Paare sind 1 und 3 bzw. 2 und 4 genormt. Damit

wird ein Zweispurband über Spur 1 und 3 abgelesen. Der Pegelverlust beträgt ca. 8 dB. Das bringt einen Vorteil: Wurde die Aufzeichnung z. B. mit +6 dB durchgeführt, liegt der Pegel in einem Bereich, den eine Viertelspurmaschine gut abspielen kann.

Fotos/Abb.: Bild 1, Bild 2 und Tabelle 1: Claus Müller, Bild 3: Horch House