dB-Rechnung

Jede Sende- und/oder Empfangsanlage besteht aus einer Kettenschaltung von Einzelkomponenten, deren Eigenschaften zusammen mit der Funkfelddämpfung die gesamte Übertragungsstrecke kennzeichnen.

Unter Komponenten sollen hier Elemente wie z.B. Modulator, Verstärker, Kabel, Weiche, Übertrager und Antenne verstanden werden.
Jede dieser Komponenten ist gekennzeichnet durch das Verhältnis der am Eingang zugeführten Leistung zur am Ausgang verfügbaren Leistung. Dieses Verhältnis bezeichnet man als **Dämpfungsfaktor**. Bei passiven Komponenten ist es > 1. Bei Verstärkern bezeichnet man das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung als **Verstärkungsfaktor**.

$$\text{Dämpfungsfaktor} = \frac{P_{ein}}{P_{aus}} \qquad \text{Verstärkungsfaktor} = \frac{P_{aus}}{P_{ein}}$$

Es gilt also

Verstärkungsfaktor = 1 / Dämpfungsfaktor

oder auch

Dämpfungsfaktor = 1 / Verstärkungsfaktor

Der Dämpfungsfaktor einer Kettenschaltung vieler Komponenten ist das Produkt der einzelnen Dämpfungsfaktoren. Diese Berechnung ist - wie bald einleuchtet - umständlich und wenig übersichtlich. Oft ist sie auch mit mathematischen Hürden gespickt, wie z.B. wenn zwar P_{ein} / P_{aus} für ein 100-Meter-Kabelstück bekannt ist, aber nur 20 m verwendet werden sollen.

Einfacher wäre die Rechnung, wenn nur addiert und subtrahiert statt multipliziert und dividiert werden müßte. Die Lösung dieses Problems liefert die dB-Rechnung.

Die Rechnung mit dem Dezibel (abgekürzt dB) basiert auf dem dekadischen Logarithmus, der auf manchen Taschenrechnern als 'log' oder 'lg' vorhanden ist. Auch auf jedem Rechenschieber ist eine log-Skala vorhanden. Der Logarithmus liefert im Prinzip als Ergebnis der Logarithmierung die Zahl der Nullen, die eine Zahl vor dem Komma hat. So ist:

x	100	10	1	0,1	0,01	3,16
log(x)	2	1	0	-1	-2	0,5

Da diese Rechnung für alle Zahlen (nicht nur 1, 10, 100 usw.) möglich ist, kann jeder Dämpfungs- und Verstärkungs**faktor** durch Logarithmierung in sein **Dämpfungsmaß** bzw.. **Verstärkungsmaß** umgewandelt werden. Die Einheit dieser Berechnung ist das **Bel** . Um etwas handlichere Zahlen zu haben wird meist in dezi-Bel gerechnet, was eine Multiplikation mit 10 bedeutet.
(Merke 1 m = 10 dm, 1 Bel = 10 dB). Das dezi-Bel hat sich so sehr eingebürgert, das es allgemein Dezibel geschrieben wird und nicht dezi-Bel.

Übrigens ist die Umwandlung eines Verstärkungsmaßes in das entsprechende Dämpfungsmaß denkbar einfach: einfach Vorzeichen umkehren. Also viel einfacher, als den Kehrwert einer Zahl zu berechnen (was im allgemeinen nicht im Kopf geht!).

Wenn das **Verhältnis größer als 1** ist, ist der dB-Wert positiv (>0), wenn das **Verhältnis < 1** ist, ist der entsprechende **dB-Wert negativ**.

Zur **Umwandlung** von Dämpfungs**maß** in Dämpfungs**faktor** bzw. Verstärkungs**maß** und **-faktor** (und umgekehrt) verwendet man am besten ein **Nomogramm** (Seite 4). Nur wer den Taschenrechner oder Rechenschieber sicher beherrscht sollte ihn verwenden! Wichtiger ist, sich einige Wertepaare zu merken, denn damit kann man fast alle praktischen Fälle lösen.

Dämpfungs**maß** [dB]	-6	-3	0	3	6	10	20	30	40
Leistungsdämpfungs**faktor**	0,25	0,500	1	2	4	10	100	1000	10000
Spannungsdämpfungs**faktor**	0,50	0,707	1	1,414	2	3,16	10	31,6	100

Es gelten folgende Definitionen:

Leistungsdämpfungsmaß a_P

$$a_p = \log \frac{P_1}{P_2} \text{ [Bel]} \quad \text{oder} \quad a_p = 10 * \log \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

Strenggenommen ist das Dämpfungs- und Verstärkungsmaß nur für Leistungen definiert.

Da bei gleichem Wellenwiderstand R gilt: $P_1 = U_1^2 / R$ und $P_2 = U_2^2 / R$ und damit auch

$P_1 / P_2 = (U_1 / U_2)^2$ oder $U_1 / U_2 = \sqrt{(P_1 / P_2)}$ erhält man unter dieser Voraussetzung ein

Spannungsdämpfungsmaß a_U

$$a_U = 20 * \log \frac{U_1}{U_2} \text{ dB}$$

Das Spannungsdämpfungsmaß ist also immer doppelt so groß wie das Leistungsdämpfungsmaß.
Der Spannungsdämpfungsfaktor ist dagegen die Wurzel aus dem Leistungsdämpfungsfaktor.

Weiter gelten folgende Umrechnungen:

$\log (a * b * c) = \log (a) + \log (b) + \log (c)$

$\log (1 / a) = - \log (a)$

$\log (a * a) = \log (a^2) = 2 * \log (a)$

$a = 10^{\log (a)}$

$D_P = P_1 / P_2 = 10^{a\,[dB] / 10}$

$D_U = U_1 / U_2 = 10^{a\,[dB] / 20}$

Zusammenfassung und Übungen (von DL4MDF)

dB bedeutet "dezi-Bel" und ist das in der Elektrotechnik übliche Maß für das Verhältnis zweier elektrischer Größen. Das dB ist keine Einheit !

Bei der dB-Rechnung unterscheidet man zwischen Spannungs- und Leistungsverhältnissen :

Spannung	**Leistung**
$[dB] = 20 \cdot \log X_u$	$[dB] = 10 \cdot \log X_p$
$X_u = 10^{\left(\frac{[dB]}{20}\right)}$	$X_p = 10^{\left(\frac{[dB]}{10}\right)}$

Verhältis der...	**Spannungen**	**dB-Wert**	**Leistungen**
"Merkwerte":	100-fach	**+40 dB**	10000-fach
	30-fach	**+30 dB**	1000-fach
	10-fach	**+20 dB**	100-fach
	3-fach	**+10 dB**	10-fach
	2-fach	**+6 dB**	4-fach
	1,4-fach	**+3 dB**	2-fach
	1	**0 dB**	1
	0,7	**-3 dB**	1/2
	1/2	**-6 dB**	1/4
	1/3	**-10 dB**	1/10
	1/10	**-20 dB**	1/100
	1/30	**-30 dB**	1/1000
	1/100	**-40 dB**	1/10000

Rechnen mit dB's:

x_1 dB+ x_2 dB = $y_1 * y_2$

x_1 dB - x_2 dB = y_1 / y_2

Beispiele : v = 16 dB P_1 = 3 W P_2 = ?

P_1= 25 W P_2 = 200 W   v = ?

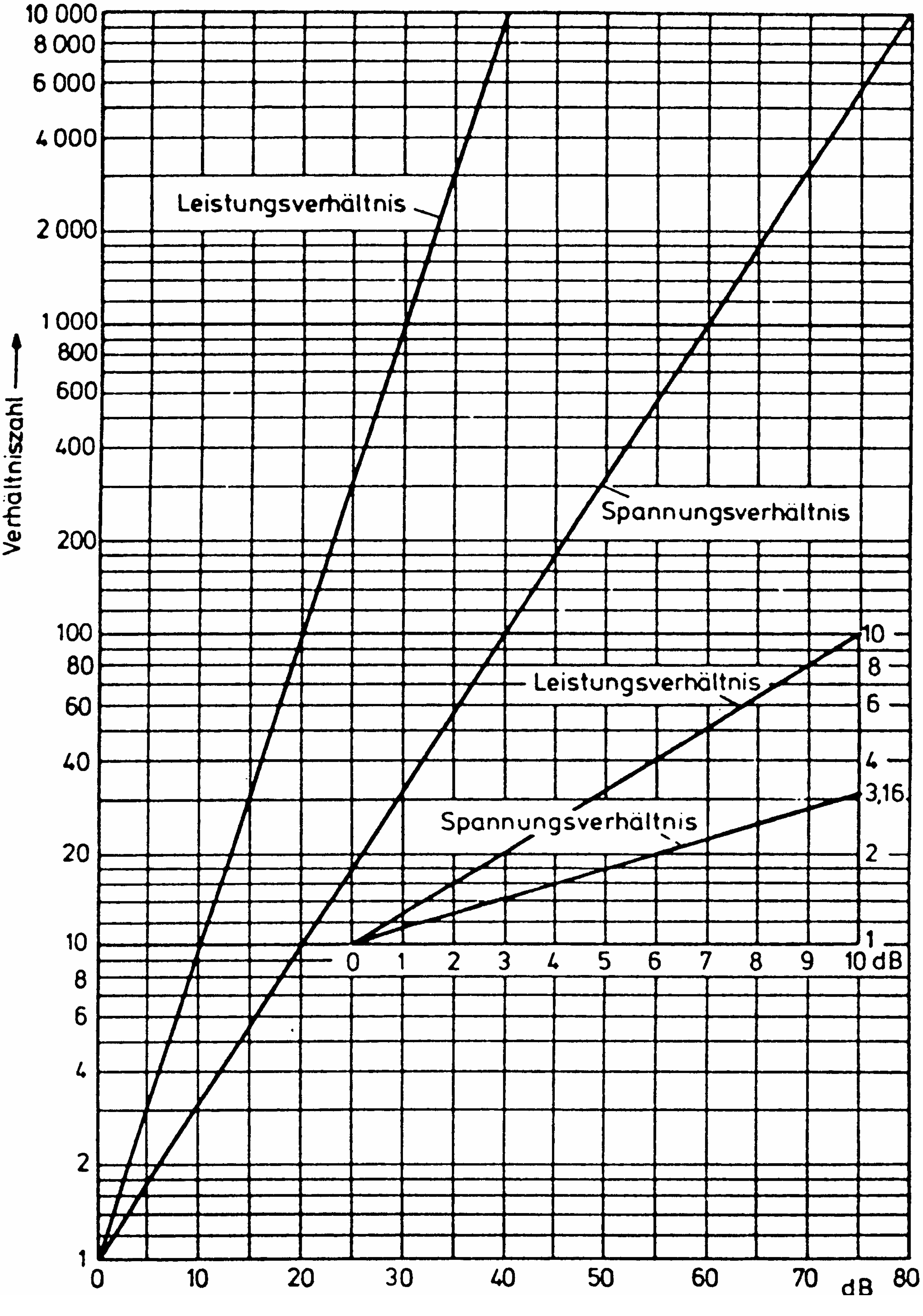
v = -6 dB P_1 = 4 W P_2 = ?

P_1= 200 W P_2 = 5 W   v = ?

v = 23 dB U_1 = 2 V U_2 = ?

U_1= 1mV U_2 = 33µV   v = ?

Dezibel-Nomogramm



Das dB - Zusammenfassung und Übungen (von DL4MDF) - wie Seite 3 aber mit Lösungen !

dB bedeutet "dezi-Bel" und ist das in der Elektrotechnik übliche Maß für das Verhältnis zweier elektrischer Größen. Das dB ist keine Einheit !

Bei der dB-Rechnung unterscheidet man zwischen Spannungs- und Leistungsverhältnissen :

Spannung	**Leistung**
$[dB] = 20 \cdot \log X_u$	$[dB] = 10 \cdot \log X_p$
$X_u = 10^{\left(\frac{[dB]}{20}\right)}$	$X_p = 10^{\left(\frac{[dB]}{10}\right)}$

Verhältis der...	**Spannungen**	**dB-Wert**	**Leistungen**
"Merkwerte":	100-fach	**+40 dB**	10000-fach
	30-fach	**+30 dB**	1000-fach
	10-fach	**+20 dB**	100-fach
	3-fach	**+10 dB**	10-fach
	2-fach	**+6 dB**	4-fach
	1,4-fach	**+3 dB**	2-fach
	1	**0 dB**	1
	0,7	**-3 dB**	1/2
	1/2	**-6 dB**	1/4
	1/3	**-10 dB**	1/10
	1/10	**-20 dB**	1/100
	1/30	**-30 dB**	1/1000
	1/100	**-40 dB**	1/10000

Rechnen mit dB's:

x_1 dB+ x_2 dB = $y_1 * y_2$

x_1 dB - x_2 dB = y_1 / y_2

Beispiele :		
v = 16 dB	P_1 = 3 W	**v = 10dB + 6dB ⇒ v = 10 ∗ 4 fach ⇒ $P_2 = P_1 * 40$=120 W**
P_1= 25 W	P_2 = 200 W	**P_2/P_1 = 8 fach = 4 fach ∗2 fach, Faktor 4 ⇒ 6 dB, Faktor 2 ⇒ 3 dB, v = 6+3 = 9dB**
v = -6 dB	P_1 = 4 W	**v<0 ⇒ P_2 <P_1, 6dB ⇒ 4 fach, $P_2 = P_1 / 4$ = 1 W**
P_1= 200 W	P_2 = 5 W	**P2<P1 ⇒ v<0, P1/P2=40=10∗4 fach, v=-(10+6)=-16 dB**
v = 23 dB	U_1 = 2 V	**v = 20dB + 3dB ⇒ v = 10∗1,4 fach ⇒ $U_2 = U_1 * 14$ = 28**
U_1= 1mV	U_2 = 33µV	**v = 1000 µV / 33 µV = 30 = 10 ∗ 3 fach, da U_2<U_1 ⇒ v[dB]<0, 10fach ⇒ 20dB, 3fach ⇒ 10 dB, v = -30 dB**