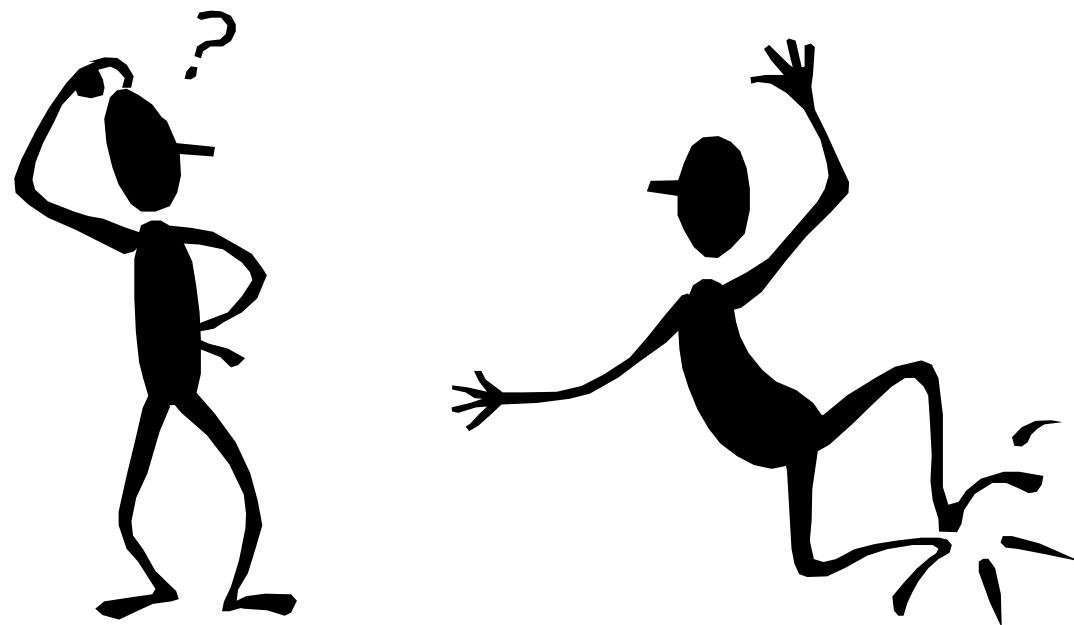


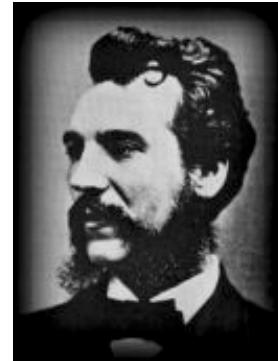
# Umrechnung dB-linear leicht gemacht !?



Roland Pfeiffer

# Ursprung dB

Ursprung „Bel“=Leistungsverhältnis 10:1  
(benannt nach Alexander Graham Bell)



$$x \text{ Bel} = \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = \log_{10} a$$

Beispiel: Leistungsverhältnis  $P_1 / P_2 = 100:1 = (10 \cdot 10) / 1 = 2 \text{ Bel}$

„Deci-Bel“ oder dB: ein Zehntel eines „Bel“ (10dB=1 Bel)

$$x \text{ Deci - Bel (dB)} = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 10 \cdot \log_{10} a$$

# Ursprung dB

Umrechnung linear zu logarithmisch:

$$10 \cdot \log_{10} a = x \text{ dB}$$

Umrechnung logarithmisch zu linear :

$$10^{\frac{x \text{ dB}}{10}} = a$$



**Vorteil:**

lineare Größenordnung können einfacher in dB dargestellt werden

# Rechenregeln „logarithmisch-linear“

Rechenregeln zur Umwandlung „logarithmisch-linear“:

$$10 \cdot [\log_{10}(a \cdot b)] = 10 \cdot [\log_{10} a + \log_{10} b]$$

linear multiplizieren  $\Rightarrow$  dB addieren

$$10 \cdot [\log_{10}(a/b)] = 10 \cdot [\log_{10} a - \log_{10} b]$$

linear dividieren  $\Rightarrow$  dB subtrahieren

$$10 \cdot [\log_{10}(a^x)] = 10 \cdot [x \cdot \log_{10} a]$$

linear „hochnehmen“  $\Rightarrow$  dB multiplizieren



linear-logarithmisch: „eine mathematische Ebene reduziert“

# dB-Darstellung von Leistung

Umrechnungformel:

$$\text{dB}(W) =$$

$$= 10 \cdot \log_{10} (\text{lineares Verhältnis von Leistungen}(W))$$

Wichtige Werte:

0 dB  $\equiv$  Faktor 1

3 dB  $\equiv$  Faktor 2

6 dB  $\equiv$  Faktor 4

10 dB  $\equiv$  Faktor 10



Merken!!!!

# dB-Darstellung von Leistung

Beispiel:

Wie ist das lineare Leistungsverhältnis bei einem 20dB-Leistungsabschwächer?

Lösung:

???

# dB-Darstellung von Leistung

Beispiel:

Wie ist das lineare Leistungsverhältnis bei einen 20dB-Leistungsabschwächer?

Lösung:  $20 \text{ dB} = 10 \text{ dB} + 10 \text{ dB}$  und  $10 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 10 \Rightarrow$   
logarithmisch addieren  $\equiv$  linear multiplizieren :  $10 \cdot 10 = 100$

Antwort:

Ein 20dB-Leistungsabschwächer schwächt die Leistung um den linearen Faktor 100 ab.

**Allgemein Leistungsangaben in dB(W):**  
**dB-Werte/10=Zehnerexponent**

z.Bsp.  $20 \text{ dB}/10 = 2 \equiv 10^2 = 100 !!$



# dB-Darstellung von Leistung

Beispiel:

Bei einem „Handy“ nach „GSM-Standard“ ist die maximale Sendeleistung ungefähr 1 Watt, die schwächste Empfangsleistung ungefähr  $10\mu\text{W}$ . Wie groß ist der Dynamikbereich in dB?

Lösung:

???

# dB-Darstellung von Leistung

Beispiel:

Bei einem „Handy“ nach „GSM-Standard“ ist die maximale Sendeleistung ungefähr 1 Watt, die schwächste Empfangsleistung ungefähr  $10\mu\text{W}$ . Wie groß ist der Dynamikbereich in dB?

Lösung: lineares Leistungsverhältnis  $1\text{W}/10\mu\text{W} = 1\text{W}/1 \cdot 10^{-5}\text{W} = 10^5$

in dB =  $10 \cdot \log_{10} 10^5 = 50$  dB

Antwort:

Das dB-Verhältnis von 1W zu  $10\mu\text{W}$  beträgt 50 dB.

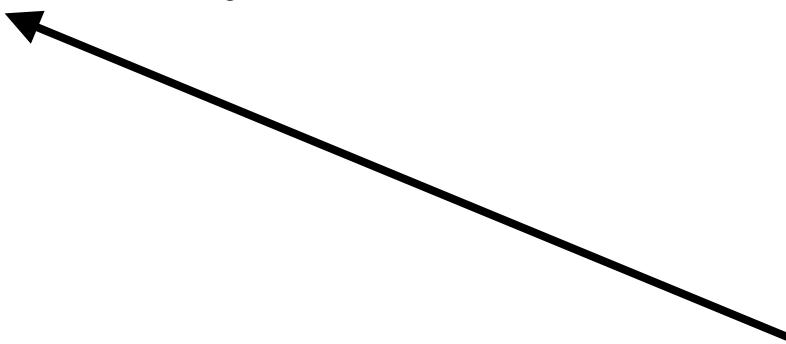


Lineare Größenordnung können einfacher in dB dargestellt werden

# dB-Darstellung von Spannung

Umrechnungformel:

$$\text{dB}(V) = 20 \cdot \log_{10}(\text{lineares Verhältnis von Spannung}(V))$$



Wieso anderer Faktor ??

# Beziehung Leistung/Spannung

Leistungsformel und Ohmsches Gesetz

$$P = U \cdot I \quad I = \frac{U}{R}$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{U^2}{R}$$

Leistung ist proportional  
dem Quadrat der Spannung

# dB-Darstellung von Leistung/Spannung

Leistungsverhältnisse jeweils am festen Widerstand R

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \quad I_1 = \frac{U_1}{R}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \quad I_2 = \frac{U_2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad P_1 = \frac{U_1^2}{R} \quad P_2 = \frac{U_2^2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1^2}{U_2^2} = \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2$$

Leistungsverhältnisse ist proportional  
dem Quadrat der Spannungen

# dB-Darstellung von Leistung/Spannung

Umrechnung in dB:

$$\begin{aligned} dB(W) &= 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{P_1}{P_2} \right) \\ &= 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2 \\ &= 2 \cdot 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{U_1}{U_2} \right) \\ &= 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{U_1}{U_2} \right) \end{aligned}$$



# dB-Darstellung von Spannung

Umrechnungformel:

$$\text{dB(V)} = 20 \cdot \log_{10}(\text{lineares Verhältnis von Spannungen(V)})$$

Wichtige Werte:

0 dB  $\equiv$  Faktor 1

6 dB  $\equiv$  Faktor 2

12 dB  $\equiv$  Faktor 4

20 dB  $\equiv$  Faktor 10



Merken!!!!

# dB-Darstellung von Spannung

Beispiel:

Ein Verstärker hat 26 dB Spannungsverstärkung. Wie hoch ist die Ausgangsspannung, wenn die Eingangsspannung 100 mV beträgt ??

Lösung:

???

Wichtige Werte zur Wiederholung:

$0 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 1$

$6 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 2$

$12 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 4$

$20 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 10$



# dB-Darstellung von Spannung

Beispiel:

Ein Verstärker hat 26 dB Spannungsverstärkung. Wie hoch ist die Ausgangsspannung, wenn die Eingangsspannung 100 mV beträgt ??

Lösung:

26 dB größer als 20 dB  $\equiv$  Faktor 10  $\Rightarrow$  logarithmisch subtrahieren,

linearer Faktor 10 gemerkt

$\Rightarrow$  logarithmisch subtrahieren

(Rest 0dB  $\equiv$  Faktor 1 fertig)

linear multiplizieren: Faktor 20

Antwort:

Die Ausgangsspannung eines Verstärkers mit 26 dB Spannungsverstärkung beträgt 2 Volt bei einer Eingangsspannung von 100 mV.



# dB-Darstellung von Spannung

Beispiel:

Wie lautet der dB-Ausdruck für das lineare Spannungsverhältnis 10.000?

Lösung:

???

# dB-Darstellung von Spannung

Beispiel:

Wie lautet der dB-Ausdruck für das lineare Spannungsverhältnis 10.000?

Lösung:

$$10.000 = 10^4 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10$$

und  $20 \text{ dB} \equiv \text{Faktor } 10 \Rightarrow \text{linear multiplizieren} \equiv \text{logarithmisch addieren}:$

$$20 \text{ dB} + 20 \text{ dB} + 20 \text{ dB} + 20 \text{ dB} = 80 \text{ dB}$$

Antwort:

80dB entspricht dem Faktor 10.000

**Allgemein Spannungsangaben in dB(V):**  
**dB-Werte/20=Zehnerexponent**

z.Bsp.  $80 \text{ dB} / 20 = 4 \equiv 10^4 = 10.000 !!$



# dB-Einheiten

dB's gelten immer ein Verhältnis an. Man kann feste Bezuggrößen einführen, die manchmal angeben werden, jedoch meistens nicht.

## „dB-Handy-Größen“

dB(V)                    dB im Verhältnis zu 1 Volt

dBm(V)                    dB im Verhältnis zu 1 milli-Volt

Umrechnung:  $mV = 10^{dBm(V)/20}$

$V = 10^{dBm(V)/20}/1000$

dB(V):

$dBm(V) - 60$

dBm(V):

$dB(V) + 60$



# dB-Einheiten

dB's gelten immer ein Verhältnis an. Man kann feste Bezuggrößen einführen, die manchmal angeben werden, jedoch meistens nicht.

## „dB-Handy-Größen“

$\text{dB}(\text{W})$       dB im Verhältnis zu 1 Watt

$\text{dBm}(\text{W})$       dB im Verhältnis zu 1 milli-Watt

Umrechnung:  $\text{mW} = 10^{\text{dBm}(\text{V})/10}$

$$\text{W} = 10^{\text{dBm}(\text{V})/10}/1000$$

$\text{dB}(\text{W})$ :       $\text{dBm}(\text{W}) - 30$

$\text{dBm}(\text{W})$ :       $\text{dB}(\text{W}) + 30$



# dB-Einheiten

Beispiel:

Bestimmen Sie die Spannung, die den Leistungsangaben 0 dBm und -20 dBm in einem  $50\Omega$ -System entsprechen !!

Lösung:

???

# dB-Einheiten

Beispiel:

Bestimmen Sie die Spannung, die den Leistungsangaben 0 dBm und -20 dBm in einem  $50\Omega$ -System entsprechen !!

Lösung 0dBm:

0dBm entspricht  $1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$  und  $P = 10^{-3} \text{ W} = V^2/50 \Omega$

$\Rightarrow$  Wurzel aus  $(10^{-3} \text{ W} \cdot 50 \Omega) = 0,224 \text{ V} = 224 \text{ mV}$

Lösung -20dBm:

-20dBm entspricht  $-50 \text{ dB} = 10^{-5/10} \text{ W} = 10^{-5} \text{ W}$  und  $P = 10^{-5} \text{ W} = V^2/50 \Omega$

$\Rightarrow$  Wurzel aus  $(10^{-5} \text{ W} \cdot 50 \Omega) = 0,0224 \text{ V} = 22,4 \text{ mV}$

Antwort:

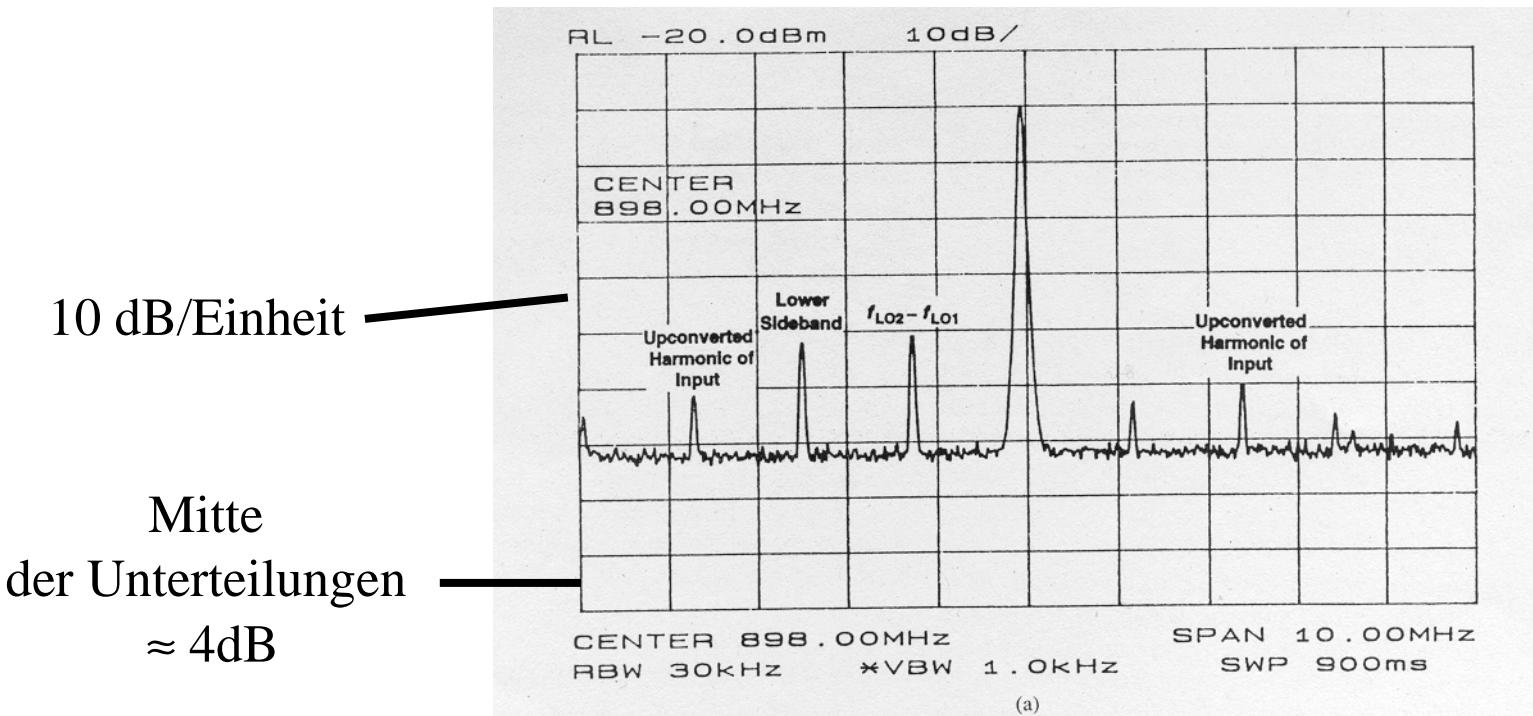
Die Spannungswerte in einen  $50\Omega$ -System sind 224 mV bei 0dB Leistung und 22,4 mV bei -20dB Leistung.

# dB-Einheiten

## „dB-Handy-Größen“

dBc(c=carrier) dB im Verhältnis zu Frequenzträger (größte auftretende Frequenz=carrier)

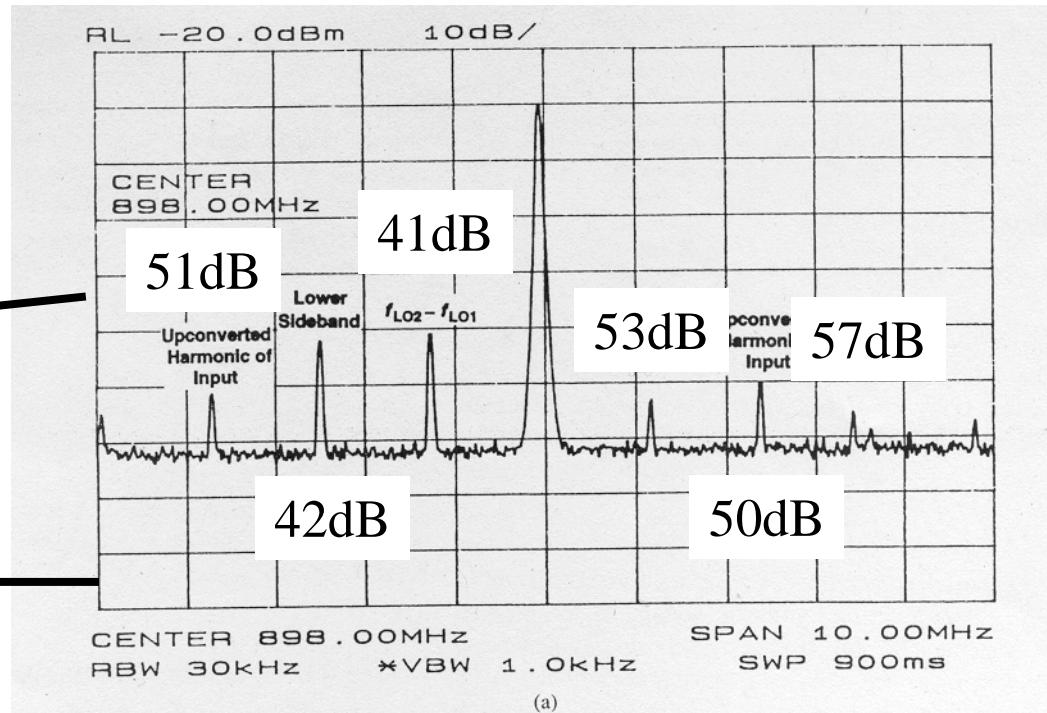
Beispiel: dBc-Abstand bei „Störsignalen“ ??



# dB-Einheiten

Beispiel: dBc-Abstand bei den „Störsignalen“ ??

10 dB/Einheit  
Mitte  
der Unterteilungen  
 $\approx 4\text{dB}$



# Zusammenfassung

- dB logarithmische Maß, verhältnisbezogen
- dB-Darstellung von Spannung(Strom)
- dB-Darstellung von Leistung
- dB-Einheiten
- Literaturhinweise



# Literaturhinweise

Internet:

<http://www.scott-inc/html/dbtalk.htm> („leichte“ Einführung)

<http://longwave.bei.t-online.de/dbcalc.html>

[http://www.tcstx.com/conversions/Online\\_Conversions.htm#wattstodbm](http://www.tcstx.com/conversions/Online_Conversions.htm#wattstodbm)  
(Eingabe von Werten, direkte Umrechnung zum Teil 50Ω-System)

dB-Umrechnung-Tabelle s. nächste Folie

# dB-Umrechnungstabelle

dB	Power Ratio (10 log)	Voltage/Current Ratio (20 log)	dB	Power Ratio (10 log)	Voltage Current Ratio (20 log)
0	1.0	1.0	0	1.0	1.0
3	2.0	1.4	-3	0.50	0.71
6	4.0	2.0	-6	0.25	0.50
10	10.0	3.2	-10	0.10	0.32
12	16.0	4.0	-12	0.05	0.25
14	25.0	5.0	-14	0.04	0.20
20	$10^2$	10	-20	$10^{-2}$	0.10
30	$10^3$	32	-30	$10^{-3}$	0.03
40	$10^4$	$10^2$	-40	$10^{-4}$	$10^{-2}$
60	$10^6$	$10^3$	-60	$10^{-6}$	$10^{-3}$
80	$10^8$	$10^4$	-80	$10^{-8}$	$10^{-4}$
100	$10^{10}$	$10^5$	-100	$10^{-10}$	$10^{-5}$
120	$10^{12}$	$10^6$	-120	$10^{-12}$	$10^{-6}$
140	$10^{14}$	$10^7$	-140	$10^{-14}$	$10^{-7}$