

Dämpfung, Leistung, Pegel – Grundlagen der Dämpfungsmessung

1 Dämpfung

Die Dämpfung ist ein Maß für die Verringerung der Leistung bei Durchlaufen einer LWL-Strecke, eines Steckers oder eines optischen Bauelements. Beispielsweise ist P_0 die in eine Strecke eingekoppelte Leistung und $P(s)$ die Leistung hinter einer Streckenlänge s .

Dämpfung ist eine dimensionslose Größe. Sie ergibt sich aus dem Leistungsverhältnis $P_0/P(s)$. In der Technik ist es üblich, Dämpfungen a in Dezibel (dB) zu definieren:

$$a \text{ in dB} = 10 \lg \frac{P_0}{P(s)} \quad (1)$$

Dabei ist lg der dekadische Logarithmus, das heißt der Logarithmus zur Basis 10.

Beispiele:

- 30 dB = 1000
- 20 dB = 100
- 10 dB = 10
- 0 dB = 1
- 3 dB \approx 0,5
- 10 dB = 0,1
- 20 dB = 0,01
- 30 dB = 0,001

Alle 10 dB verringert sich das Signal um einen Faktor 10.

Aus den Beispielen ist ersichtlich, dass Dämpfungen als positive Werte und Verstärkungen als negative Werte definiert sind.

Achtung: Es gibt Messgeräte, die Dämpfungen als negative Werte und Verstärkungen als positive Werte anzeigen.

3 dB \approx 0,5	gilt in guter Näherung. Daraus lassen sich weitere dB-Werte abschätzen:	
6 dB \approx 0,25	(die Hälfte von 0,5: +3 dB)	
9 dB \approx 0,125	(die Hälfte von 0,25: +3 dB)	
12 dB \approx 0,0625	(die Hälfte von 0,125: +3 dB)	
	=> 2 dB \approx 0,625	(das Zehnfache von 0,0625: -10 dB)
15 dB \approx 0,03125	(die Hälfte von 0,0625: +3 dB)	
	=> 5 dB \approx 0,3125	(das Zehnfache von 0,03125: -10 dB)
<hr/>		
10 dB = 0,1		
7 dB \approx 0,2	(das Doppelte von 0,1: -3 dB)	
4 dB \approx 0,4	(das Doppelte von 0,2: -3 dB)	
1 dB \approx 0,8	(das Doppelte von 0,4: -3 dB)	
-2 dB \approx 1,6	(das Doppelte von 0,8: -3 dB)	
	=> 8 dB \approx 0,16	(ein Zehntel von 1,6: +10 dB)

3 dB entspricht 50 %; -3 dB entspricht 200 %

13 dB = 10 dB + 3 dB \approx 0,1 \cdot 0,5 = 0,05

2 Leistung und Pegel

Der Leistungsmesser bzw. Pegelmesser misst die Intensität des Lichts. Diese kann angezeigt werden als Leistung P in Milliwatt (mW) oder als Pegel L in dBm. Misst man in Milliwatt, müssen die beiden Leistungen in Gleichung (1) eingesetzt. Mit einem Taschenrechner wird die Dämpfung berechnet.

Beispiel: $P_0 = 0,5 \text{ mW}$; $P(s) = 0,094 \text{ mW} \Rightarrow a = 10 \lg \frac{0,5 \text{ mW}}{0,094 \text{ mW}} = 7,268 \text{ dB}$

Die Auswertung ist wesentlich einfacher, wenn man sich die Pegel in dBm anzeigen lässt. (Kann am Messgerät umgeschaltet werden.) Pegel werden folgendermaßen definiert:

$$L \text{ in dBm} = 10 \lg \frac{P}{1 \text{ mW}} \quad (2)$$

Beispiele für die Umrechnung Pegel in Leistungen:

- 20 dBm = 100 mW
- 0 dBm = 1 mW
- 30 dBm = 1 μ W
- 60 dBm = 1 nW

Gleichung (1) kann man folgendermaßen umwandeln:

$$a \text{ in dB} = 10 \lg \frac{P_0}{P(s)} = 10 \lg \frac{P_0 \cdot 1 \text{ mW}}{P(s) \cdot 1 \text{ mW}} = 10 \lg \frac{P_0}{1 \text{ mW}} - 10 \lg \frac{P(s)}{1 \text{ mW}} = L_0 \text{ in dBm} - L(s) \text{ in dBm}$$

Beispiel: $L_0 = -3 \text{ dBm}$; $L(s) = -10,268 \text{ dBm} \Rightarrow a = -3 \text{ dBm} - (-10,268 \text{ dBm}) = 7,268 \text{ dB}$

Die Auswertung ist wesentlich einfacher. Es wird kein Taschenrechner benötigt.

In einem weiteren Schritt kann am Messgerät die Referenzierung P_0 auf Null gesetzt werden. Nach der Messung wird sofort ohne Berechnung die Dämpfung angezeigt (hier: 7,268 dB).

Beispiele Leistung und Pegel

P: Leistung in mW (absoluter Wert)

L: Pegel in dBm (relativer Wert, bezogen auf 1 mW)

Leistung > 1 mW: positiver Pegelwert. Beispiel: $P = 2 \text{ mW}$ entspricht $L \approx 3 \text{ dBm}$

Leistung < 1 mW: negativer Pegelwert. Beispiel: $0,5 \text{ mW}$ entspricht $L \approx -3 \text{ dBm}$

$10 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} \neq 13 \text{ dBm} = 20 \text{ mW}$ sondern

$$10 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} = 10 \lg \frac{10 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} + 10 \lg \frac{2 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} = 10 \lg \frac{20(\text{mW})^2}{1(\text{mW})^2} \approx 13 \text{ mW}$$

Vorsicht bei Umrechnung von Pegel in Leistungen!

3 Messung an FTTB/H-Netzen

Entsprechend ZTV-43 der DTAG kann die Dämpfung der LWL-Strecke in Netzebene 3 mit einer „vereinfachten Kontrollmessung“ durchgeführt werden. Als mittlerer Sendepiegel wird $L_0 = 3,80 \text{ dBm}$ vorausgesetzt. Man muss nur eine Pegelmessung $L(s)$ hinter dem Koppler durchführen.

Beispiel

Mittlerer Sendepiegel: $L_0 = 3,80 \text{ dBm}$

Pegel hinter dem Koppler: $L(s) = -20 \text{ dBm} \Rightarrow$

Dämpfung: $a = L_0 - L(s) = 3,80 \text{ dBm} - (-20 \text{ dBm}) = 23,80 \text{ dB}$: **richtig!**

Achtung: $(-) \times (-) = (+)$!

Nicht die Differenz bilden: $3,80 \text{ dBm} - 20 \text{ dBm} = -16,20 \text{ dBm}$: **falsch!**



sachsenkabel



Glasfaserverkabelung: zuverlässig und smart

Wir sind Ihr Glasfaserexperte für:



Planung



Entwicklung



Herstellung



After-Sales-Service

+49 (0) 37 21 / 39 88 0

anfrage@sachsenkabel.de

pulse.sachsenkabel.de

Folgen Sie uns:



www.sachsenkabel.de

Dr. Dieter Eberlein, Lichtwellenleiter-Technik

D-01219 Dresden, Barlachstraße 11

Tel.: +49-351-3129945, Fax: +49-351-3129947

E-Mail: LWLTechnik@t-online.de, Internet: www.LWLTechnik.de

Dresden 28. September 2020