

Wieviel dB hat der Hermannskogel?

Roland OE1RSA
oe1rsa@blackspace.at

2025-09-11



Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Definition
- 3 Beispiele
- 4 Pegel
- 5 Das Dezilog

Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- Antwort: Ein Zehntel Bel.
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- Antwort: Ein Zehntel Bel.
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- Antwort: Ein Zehntel Bel.
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- Antwort: Ein Zehntel Bel.
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

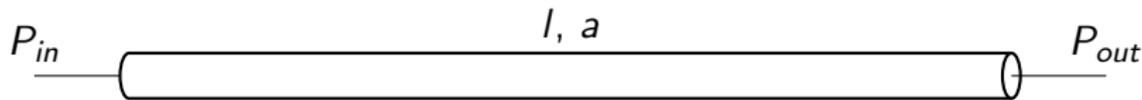
Einleitung

- Frage: Was ist ein Dezibel?
- Antwort: Ein Zehntel Bel.
- $10 \lg(P_1/P_2)$, $20 \lg(U_1/U_2)$
- Ist es korrekt die Schleifenverstärkung U_2/U_1 in dB anzugeben?
- Ist es korrekt ein Impedanzverhältnis R_1/R_2 in dB auszudrücken?
- Wie sieht es mit der Angabe einer Bandbreite in Hz aus?

Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Definition**
- 3 Beispiele
- 4 Pegel
- 5 Das Dezilog

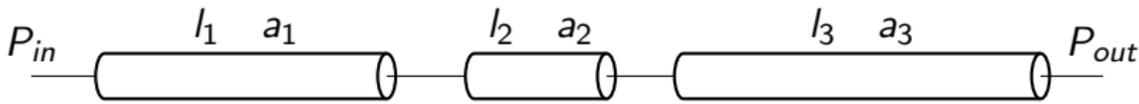
Signalübertragungsleitung Dämpfung und Länge



$$P_{out} = a \times P_{in}$$

- P_{in}, P_{out} ... Eingangs- und Ausgangsleistung
- l ... Länge
- a ... Dämpfung

Leitungsverlängerung Produkt der Einzeldämpfungen



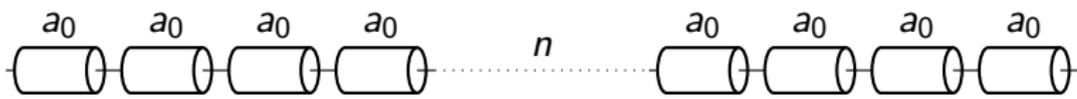
$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

$$a = a_1 \times a_2 \times a_3$$

$$\log_b a = \log_b a_1 + \log_b a_2 + \log_b a_3$$

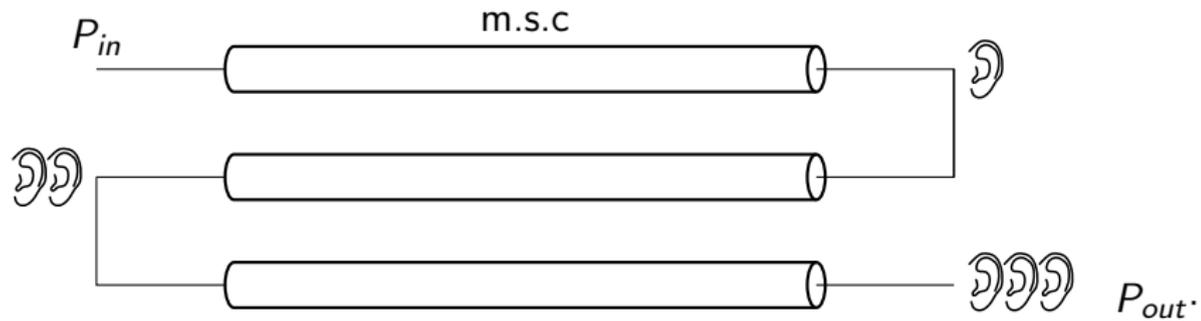
- Logarithmus der Dämpfung ist Summe der Logarithmen der Einzeldämpfungen

Kabeldämpfung Beliebige Länge



$$a = a_0 \times a_0 \times a_0 \dots a_0 = a_0^n$$
$$\log_b a = n \times \log_b a_0$$

- Logarithmus der Dämpfung ist Länge mal Logarithmus der Dämpfung der Einheitslänge



- m.s.c ... *miles of standard cable* (kleinster wahrnehmbarer Lautstärkeunterschied)
- 1924 TU ... *transmission unit* (1 m.s.c = 1,056 TU)
- 1928 1 TU = $10^{0.1} = 1 \text{ dB}$

Definition des Dezibel 1928

TU Becomes Decibel, Bell Laboratories Record

The International Advisory Committee unanimously recommends the following definitions:

The unit of transmission expresses the ratios of apparent or real power, of potentials or of currents in transmission systems. In practice, the number of units of transmission in a given case is expressed in terms of a logarithm.

If it is a case of two powers P_1 and P_2 , the number of units is,
in the naperian system, $\frac{1}{2} \log_e |P_1/P_2|$;
in the decimal system, $\log_{10} |P_1/P_2|$.

If it is a case of two voltages V_1 and V_2 or of two currents J_1 and J_2 , the number of units is,
in the naperian system, $\log_e |V_1/V_2|$ or $\log_e |J_1/J_2|$;
in the decimal system, $2 \log_{10} |V_1/V_2|$ or $2 \log_{10} |J_1/J_2|$.

The naperian unit is called "neper". The decimal unit is called "bel". A decimal sub-multiple of these units may be used, as "decineper" and "decibel".

Definition des Dezibel 2015[†]

Use of the Decibel and the Neper in Telecommunications

- Das bel (B) ist Logarithmus eines Leistungsverhältnisses.
- dB ist zehntel B.
- Feldgrößen deren Quadrat proportional zu Leistung ist.
- Größen die mit Leistung verknüpft sind: z.B.:
$$P_1/P_2 = (X_1/X_2)^\alpha \implies 10 \lg(P_1/P_2) = 10\alpha \lg(X_1/X_2) \text{dB}$$
- Für Audio $20 \lg(U_1/U_2) \text{dB}$ auch für $R_1 \neq R_2$ erlaubt.

[†]ITU-R V.574-5 (2015). Use of the Decibel and the Neper in Telecommunications. Standard. International Telecommunication Union. URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.574-4-200005-S!!PDF-E.pdf (besucht am 22. 03. 2025)

Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Definition
- 3 Beispiele**
- 4 Pegel
- 5 Das Dezilog

Kabeldämpfung

- Koaxialkabel mit Dämpfung $\beta = 3 \text{ dB}/100\text{m}$
- Benötigte Länge $l = 250 \text{ m}$
- Dämpfung ist $\beta \times l = \frac{3 \text{ dB}}{100 \text{ m}} 250 \text{ m} = 7,5 \text{ dB}$
- Dämpfung ist ein Leistungsverhältnis P_{in}/P_{out} ✓

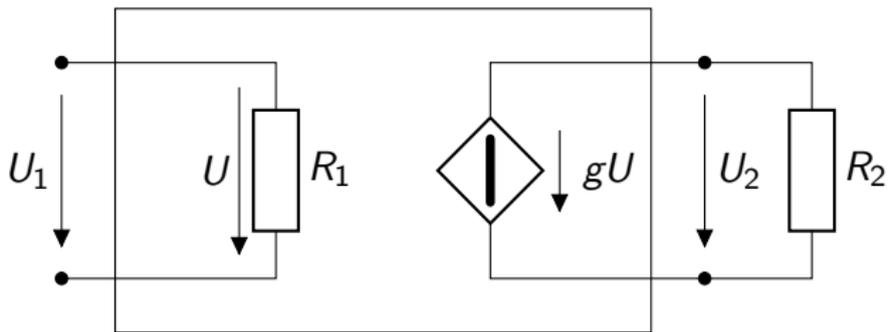
Spannungs- und Leistungs dB

Application Note von Rhode und Schwarz[†]

Spannungs-dB Leistungs-dB, vergessen Sie alles, was Sie hierzu gehört haben. Es gibt nur ein dB. Das dB ist das Verhältnis zweier Leistungen P_1 und P_2 .

[†]A. Winter (Sep. 2024). „dB or not dB? Was Sie schon immer zum Rechnen mit dB wissen wollten...“. In: Application Note 1MA98. Hrsg. von Rohde & Schwarz. URL: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_application/application_notes/1ma98/1MA98_11d_dB_or_not_dB.pdf (besucht am 09. 02. 2025)

Leistung am Zweitor



$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1}, \quad P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}, \quad 10 \lg \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{U_1^2 R_2}{U_2^2 R_1} \right) \text{ dB}$$

Leistung am Zweitor

- Wenn $R_1 = R_2 \implies 10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB}$
- R&S: $10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB} - 10 \lg(R_1/R_2)\text{dB}$

Aber, stimmt das wirklich?

Application Note von Rhode und Schwarz

Spannungs-dB Leistungs-dB, vergessen Sie alles, was Sie hierzu gehört haben. Es gibt nur ein dB. Das dB ist das Verhältnis zweier Leistungen P_1 und P_2 .

Leistung am Zweitor

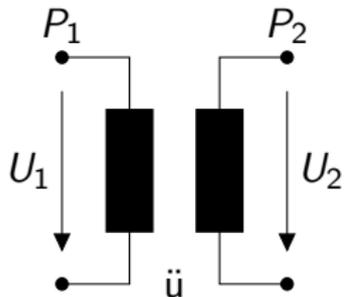
- Wenn $R_1 = R_2 \implies 10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB}$
- R&S: $10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB} - 10 \lg(R_1/R_2)\text{dB}$

Aber, stimmt das wirklich?

Application Note von Rhode und Schwarz

Spannungs-dB Leistungs-dB, vergessen Sie alles, was Sie hierzu gehört haben. Es gibt nur ein dB. **Das dB ist das Verhältnis zweier Leistungen P_1 und P_2 .**

Das Dezibel am Transformator?



- $U_1 = \ddot{u} U_2$ und $I_2 = \ddot{u} I_1$
- $P_1 = U_1 I_1 = \ddot{u} U_2 I_2 / \ddot{u} = U_2 I_2 = P_2$
- $\implies 10 \lg(P_1/P_2) \text{ dB} = 0 \text{ dB}$
- $20 \lg(U_1/U_2) = 20 \lg(\ddot{u}) \neq 0$
- $20 \lg(I_1/I_2) = -20 \lg(\ddot{u}) \neq 0$

Beim Transformator macht das zwar niemand, bei Angabe der *Open Loop* Verstärkung am Operationsverstärker ist es aber nicht unüblich eine Spannungsverstärkung in dB anzugeben.

Freiraumdämpfung

$$a_0 = 20 \lg \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) \text{ dB}$$

$a_0 \dots$ Dämpfung zwischen isotrop Antennen

$d \dots$ Distanz zwischen Antennen

$[d] = \text{m}$

$\lambda \dots$ Wellenlänge

$[\lambda] = \text{m}$

Freiraumdämpfung

$$a_0 = 20 \lg \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) \text{ dB}$$

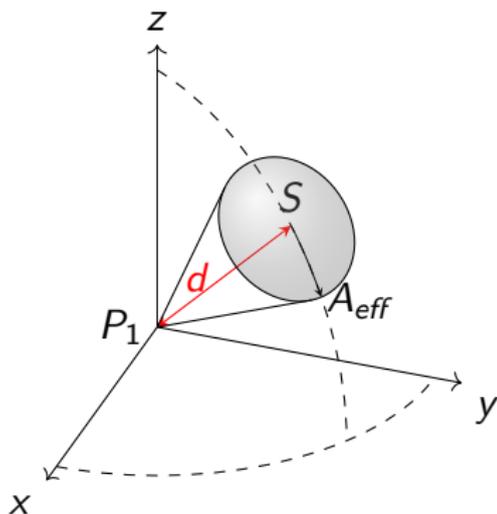
$a_0 \dots$ Dämpfung zwischen isotrop Antennen

$d \dots$ Distanz zwischen Antennen $[d] = \text{m}$

$\lambda \dots$ Wellenlänge $[\lambda] = \text{m}$

d/λ ist ein Verhältnis von Längen, nicht von Leistungen.

Freiraumdämpfung



$$S = \frac{P_1}{4\pi d^2}, \quad [S] = \frac{W}{m^2}$$

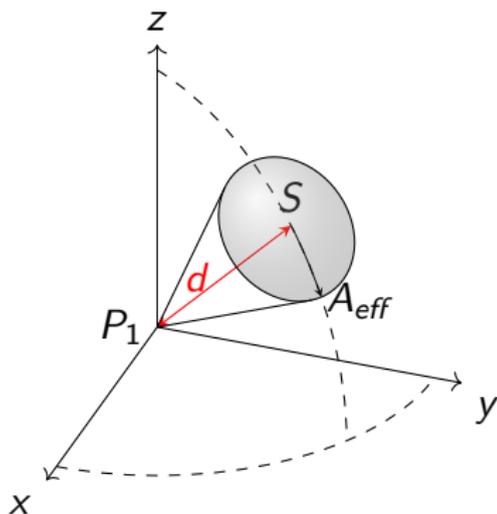
$$A_{\text{eff}} = \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

$$P_2 = A_{\text{eff}} S$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{S 4\pi d^2}{S \frac{\lambda^2}{4\pi}} = \frac{S 16\pi^2}{S} \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

$$10 \lg \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{S 16\pi^2}{S} \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 \right) \text{ dB} = 21,98 \text{ dB} + 20 \lg \left(\frac{d}{\lambda} \right) \text{ dB}$$

Freiraumdämpfung



$$S = \frac{P_1}{4\pi d^2}, \quad [S] = \frac{W}{m^2}$$

$$A_{\text{eff}} = \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

$$P_2 = A_{\text{eff}} S$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{S 4\pi d^2}{S \frac{\lambda^2}{4\pi}} = \frac{S 16\pi^2}{S} \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2$$

$$10 \lg \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{S 16\pi^2}{S} \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 \right) \text{ dB} = 21,98 \text{ dB} + 20 \lg \left(\frac{d}{\lambda}\right) \text{ dB}$$

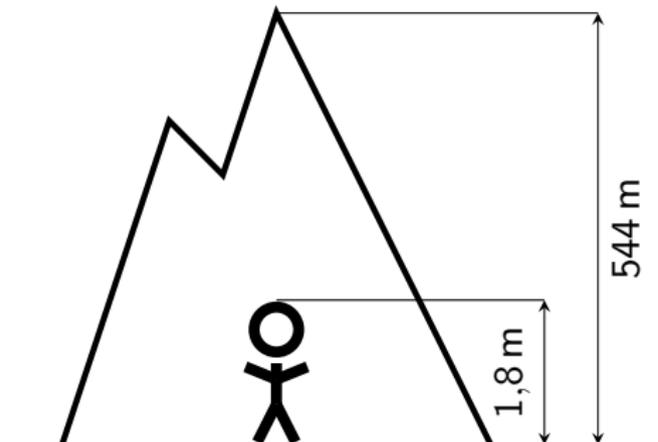
Längenverhältnis in dB? Wieviel dB hat der Hermannskogel?

Was ist *richtig*,

$$10 \lg \left(\frac{544 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} \right) \text{ dB} = 24,8 \text{ dB}$$

oder

$$20 \lg \left(\frac{544 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} \right) \text{ dB} = 49,6 \text{ dB} \quad ?$$



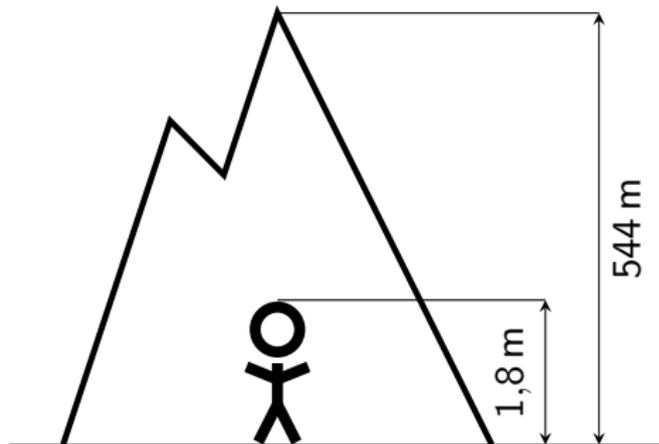
Längenverhältnis in dB? Wieviel dB hat der Hermannskogel?

Was ist *richtig*,

$$10 \lg \left(\frac{544 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} \right) = 24,8$$

oder

$$20 \lg \left(\frac{544 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} \right) = 49,6 \quad ?$$



Das Dezibel hat hier nichts verloren, da kein sinnvoller Bezug zu Energie oder Leistung gegeben ist.

SNR

Darf man die Bandbreite in dBHz ausdrücken?

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg \left(\frac{P}{NB} \right) \text{ dB}$$

P ... Signalleistung in W

N ... Rauschleistungsdichte in $\frac{\text{W}}{\text{Hz}}$

B ... Bandbreite in Hz

$$10 \lg \left(\frac{P}{N \cdot 1 \text{ Hz}} \frac{1 \text{ Hz}}{B} \right) \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{P}{N \cdot 1 \text{ Hz}} \right) \text{ dB} - 10 \lg \left(\frac{B}{1 \text{ Hz}} \right) \text{ dBHz}$$

SNR

Darf man die Bandbreite in dBHz ausdrücken?

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg \left(\frac{P}{NB} \right) \text{ dB}$$

P ... Signalleistung in W

N ... Rauschleistungsdichte in $\frac{\text{W}}{\text{Hz}}$

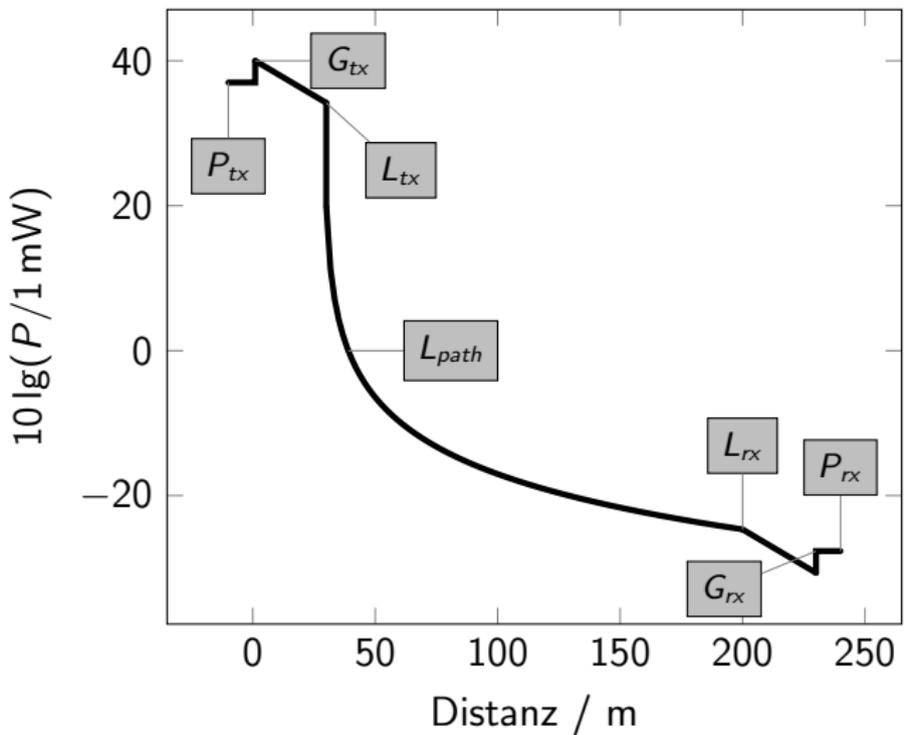
B ... Bandbreite in Hz

$$10 \lg \left(\frac{P}{N \cdot 1 \text{ Hz}} \frac{1 \text{ Hz}}{B} \right) \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{P}{N \cdot 1 \text{ Hz}} \right) \text{ dB} - 10 \lg \left(\frac{B}{1 \text{ Hz}} \right) \text{ dBHz}$$

Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Definition
- 3 Beispiele
- 4 Pegel**
- 5 Das Dezilog

Link Budget Leistungsübertragungsbilanz



Link Budget Leistungsübertragungsbilanz

$$\tilde{P}_{rx} = \tilde{P}_{tx} \tilde{G}_{tx} \frac{1}{\tilde{L}_{tx}} \frac{1}{\tilde{L}_{path}} \tilde{G}_{rx} \frac{1}{\tilde{L}_{rx}}$$

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx} - L_{path} + G_{rx} - L_{rx}$$

$$G = 10 \lg(\tilde{G})\text{dB} \quad \dots \text{Antennengewinn}$$

$$L = 10 \lg(\tilde{L})\text{dB} \quad \dots \text{Leitungsämpfung}$$

$$L_{path} = 10 \lg(\tilde{L}_{path})\text{dB} \quad \dots \text{Freiraumdämpfung}$$

$$P_{rx} - P_{tx} = 10 \lg(\tilde{P}_{rx}/\tilde{P}_{tx})\text{dB}$$

Pegel

$$\begin{aligned} P_{rx} - P_{tx} &= 10 \lg\left(\tilde{P}_{rx} \frac{1}{\tilde{P}_{tx}}\right) \text{dB} = 10 \lg\left(\frac{\left(\frac{\tilde{P}_{rx}}{1 \text{ mW}}\right)}{\left(\frac{\tilde{P}_{tx}}{1 \text{ mW}}\right)}\right) \text{dB} \\ &= 10 \lg\left(\frac{\tilde{P}_{rx}}{1 \text{ mW}}\right) \text{dB} - 10 \lg\left(\frac{\tilde{P}_{tx}}{1 \text{ mW}}\right) \text{dB} \end{aligned}$$

Definition: $P = 10 \lg\left(\frac{\tilde{P}}{1 \text{ mW}}\right) \text{dB(mW)} = 10 \lg\left(\frac{\tilde{P}}{1 \text{ mW}}\right) \text{dBm}$

Beispiel: $7 \text{ dBm} \implies 1 \text{ mW} \cdot 10^{0,7} = 5 \text{ mW}$

Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Definition
- 3 Beispiele
- 4 Pegel
- 5 Das Dezilog**

Problemfälle

$$10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB} - 10 \lg(R_1/R_2)\text{dB}$$

$$10 \lg(P_1/P_2) = 21,98 \text{ dB} + 20 \lg(d/\lambda)\text{dB}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg(P)\text{dBm} - 10 \lg(N)\text{dB(mW/Hz)} - 10 \lg(B/\text{Hz})\text{dBHz}$$

- Weglassen ist eine Lösung, aber
- die Information, dass es sich um eine logarithmierte Größe handelt fehlt.

Dezilog? Was bitte soll das sein?

- Das Dezibel hat offenbar **zwei** Funktionen.
- Rechnen mit Logarithmen (Multiplikation wird Addition).
- Beschreibt ein Verhältnis von Leistungen.
- Idee: Dezibel ohne Bel.

Definition Dezilog

Das Verhältnis zweier Größen X_1, X_2 derselben Dimension kann als Logarithmus ausgedrückt werden. In der dezimalen Basis sind das $\lg(X_1/X_2)$ Einheiten. Die Einheit der dezimalen Basis lautet lg mit dem Symbol G . Eine dezimale Subeinheit ist das *decilog* mit dem Symbol dG .

Was das gibts schon? Es ist bereits alles erfunden.

Exakt dieselbe Idee hatte Green[†] im Jahr 1954.

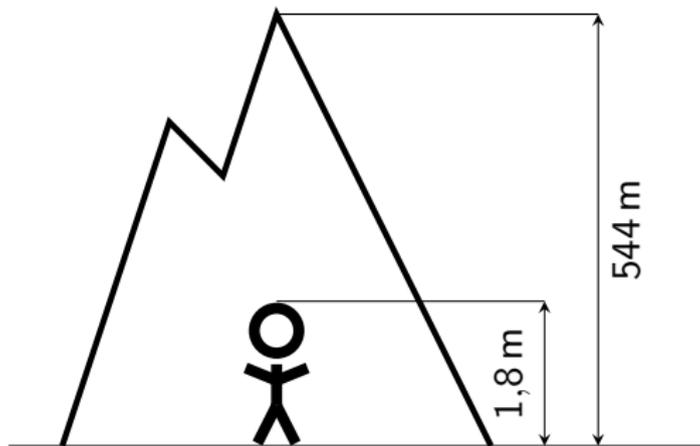
$$10 \lg(P_1/P_2)\text{dB} = 20 \lg(U_1/U_2)\text{dB} - 10 \lg(R_1/R_2)\text{dG}$$

$$10 \lg(P_1/P_2) = 21,98 \text{ dB} + 2 \cdot 10 \lg(d/\lambda)\text{dG}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg(P)\text{dBm} - 10 \lg(N)\text{dB(mW/Hz)} - 10 \lg(B)\text{dGHz}$$

[†]E. I. Green (Juli 1954). „The decilog: A unit for logarithmic measurement“. In: Electrical Engineering 73.7, S. 597–599. ISSN: 2376-7804. DOI: 10.1109/ee.1954.6438862

Längenverhältnis in dG Wieviel dG hat der Herrmannskogel?



Der Herrmannskogel hat also in unserem Fall:

$$10 \lg \left(\frac{544 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} \right) \text{ dG} = 24,8 \text{ dG}, \quad \text{oder} \quad 27,4 \text{ dGm}$$

Nachtrag

... es gibt immer noch etwas zu entdecken.

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg(P) \text{dBm} - 10 \lg(N) \text{dB}(\text{mW}/\text{Hz}) - 10 \lg(B/\text{Hz}) \text{dBHz}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg(P) \text{dBm} - 10 \lg(N) \text{dB}(\text{mW}/\text{Hz}) - 10 \lg(B/\text{Hz}) \text{dGHz}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \lg(P) \text{dBm} - 10 \lg(N) \text{dB}(\text{mW}/\text{Hz}) - 10 \lg(B/\text{Hz}) \text{h}\Delta\text{Hz}$$

- Weglassen ist wie bereits gesagt eine Lösung,
- wie wir gehört haben könnten wir das Dezilog verwenden, aber
- korrekt wäre das Savart Δ ,
- beziehungsweise das Hektosavarthertz. †

† Wenn wir $10 \lg(\bullet)$ verwenden wollen.

Nachtrag 2 ... einmal geht noch.

$$C_{\text{pH}} = -\lg \left(\frac{\gamma_H m(H^+)}{m^0} \right)$$

$$C_{\text{pH}} = -CG_{m_0}$$

- Man könnte die H^+ Konzentration zwar in Logmolal angeben,
- es empfiehlt sich vermutlich aber besser die Einheit pH zu verwenden.

Fragen

Das wars!
Falls Sie Fragen haben, so
stellen Sie sie bitte jetzt.

Lizenz

Wieviel dB hat der Hermannskogel? ©2025 Roland Schwarz
OE1RSA

ist lizenziert unter

 CC BY-NC-SA 4.0

**NAMENSNENNUNG - NICHT KOMMERZIELL -
WEITERGABE UNTER GLEICHEN BEDINGUNGEN
4.0 INTERNATIONAL**

Eine Kopie der Lizenz ist zu finden unter:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de>

Dokument zuletzt geändert am 7. September 2025 um 13:17.