

Afu-Kurs

Technik Klasse A 01: Mathematische Grundkenntnisse

DL0XK
AmateurfunkForschungsGruppe der TU Kaiserslautern

<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>



This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Fri Apr 12 17:30:57 2019 +0200
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Gliederung

- Quiz
- Dezibel
 - Leistungsgrößen
 - Feldgrößen
 - Leistungspegel
 - Spannungspegel
 - S-Stufen

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Einleitung

Diese Lektion baut auf dem Kapitel “Mathematische Grundlagen und Einheiten (E01)”¹ auf.

Was bisher geschah:

- SI-Basissystem
 - abgeleitete Einheiten
- Präfixe/Zehnerpotenzen
- Formeln umstellen

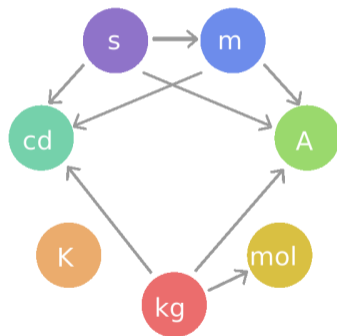


Abb. 1: SI Base Units [4]

¹vgl. Curriculum Klasse E^[2]

Einleitung / Unterschiede E und A

Was kommt dazu?

- im Prinzip: nichts
- jedoch tieferes Verständnis der Zusammenhänge und damit der Herangehensweise an den Rechenweg benötigt
- mathematische Grundlagen sollten ein sicheres Werkzeug sein

Einleitung / Unterschiede E und A (vereinfacht!)

Klasse E:

- Formel finden
- Werte einsetzen
- lösen

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

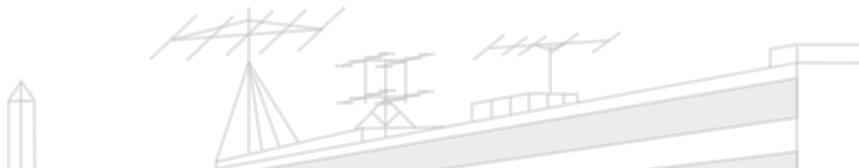
Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen



Einleitung / Unterschiede E und A (vereinfacht!)

Klasse E:

- Formel finden
- Werte einsetzen
- lösen

Klasse A:

- Zusammenhänge erkennen
- Formel(n) finden
- ggf. ineinander einsetzen oder mit Werten Teillösungen errechnen
- lösen

Einleitung / Unterschiede E und A (vereinfacht!)

Klasse E:

- Formel finden
- Werte einsetzen
- lösen

Klasse A:

- Zusammenhänge erkennen
- Formel(n) finden
- ggf. ineinander einsetzen oder mit Werten Teillösungen errechnen
- lösen

Don't Panic!

Einleitung / Reminder

Für die Prüfung bekommt man wie bei Klasse E die **Formelsammlung**^[3] aus dem Anhang² des Prüfungskataloges.

Mitzubringen ist ein **nichtprogrammierbarer Taschenrechner**.

⇒ Beides sollte man auch während des Kurses nutzen!

²S.131-138 (PDF-Seiten 133-140)

Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

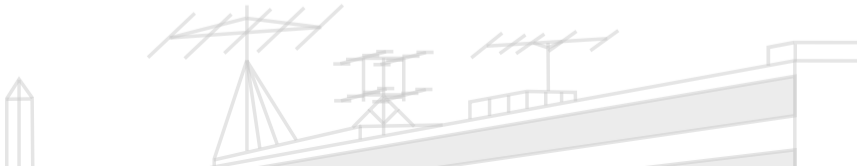
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

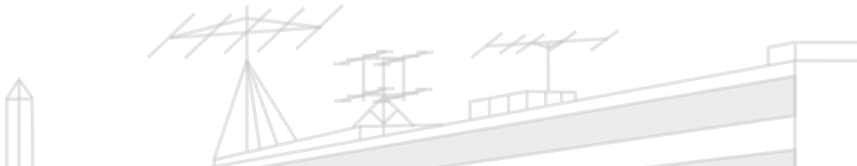
Was ist das *MKSA*- bzw. *MKSA-KMC*-System?



Auffrischungssquiz

Was ist das *MKSA*- bzw. *MKSA-KMC*-System?

SI-Einheitensystem aus: Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampere, Kelvin, Mol, Candela



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

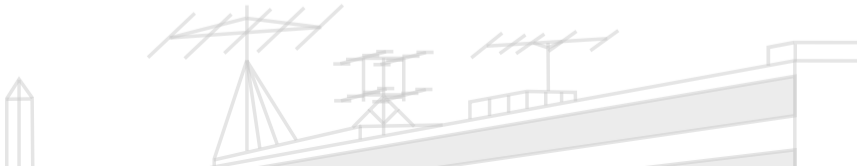
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Welche Bedeutung haben die sieben Größen?



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

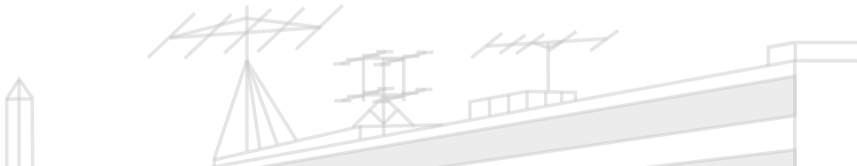
Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Welche Bedeutung haben die sieben Größen?

Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, Temperatur, Stoffmenge, Lichtstärke



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

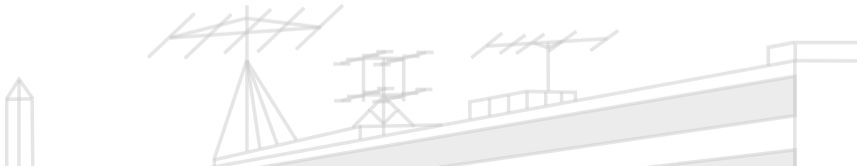
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Zahlenbasis der SI-Einheiten?



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

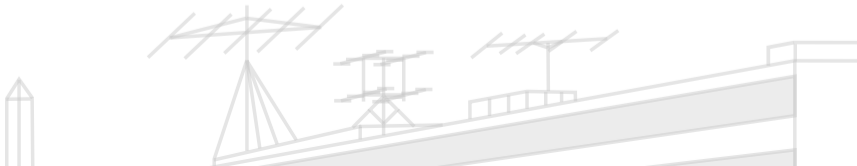
Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

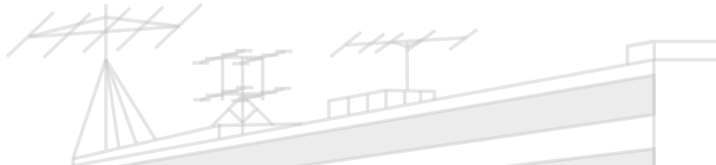
Zahlenbasis der SI-Einheiten?

10



Auffrischungsquiz

Wie kann man $1337\mu V$ auf $0,0001 V$ genau/gerundet besser ausdrücken?



Auffrischungsquiz

Wie kann man $1337\mu V$ auf $0,0001 V$ genau/gerundet besser ausdrücken?

$$1\mu V = 10^{-6} V,$$

$$0,0001V = 0,1mV = 0,1 \cdot 10^{-3} V$$

$$\Rightarrow 1337\mu V \approx 1,3mV$$

Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

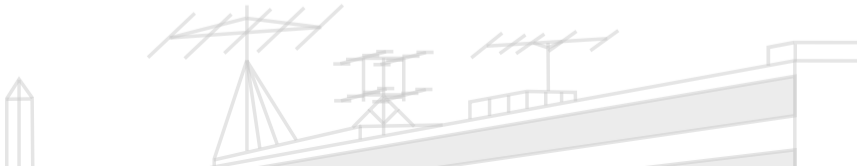
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Rund wieviel daW sind $\pi 10^{-3} kW$?



Auffrischungssquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Rund wieviel *daW* sind $\pi 10^{-3} kW$?

$$3,1416 \cdot \frac{10^{-3} \cdot 10^3}{10^1} W \approx 0,31 daW \leftarrow (Deka = \frac{1}{Dezi})$$

Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

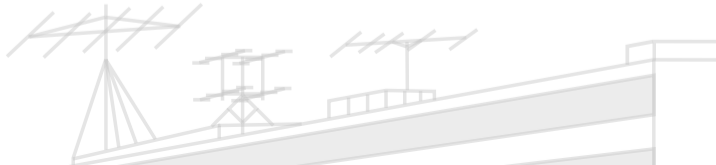
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

In welchen Größenordnungen liegen %, ‰ und ppm?



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

In welchen Größenordnungen liegen %, ‰ und ppm?

10^{-2} → Prozent (*c*)

10^{-3} → Promille (*m*)

10^{-6} → parts per million (*μ*)

Auffrischungssquiz

Formel $20 \lg \frac{x_1}{x_2} = y$ nach x_2 umstellen und berechnen.

Gegeben: $x_1 = 8$ und $y = 12$

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Auffrischungsquiz

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Formel $20 \lg \frac{x_1}{x_2} = y$ nach x_2 umstellen und berechnen.

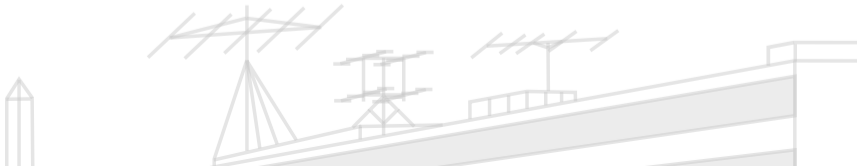
Gegeben: $x_1 = 8$ und $y = 12$

$$\lg \frac{8}{x_2} = \frac{12}{20}$$

$$\frac{8}{x_2} = 10^{0,6} \Rightarrow x_2 = \frac{8}{10^{0,6}} \approx \frac{8}{4}$$

Auffrischungssquiz

Was wurde mit der letzten Formel berechnet?



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

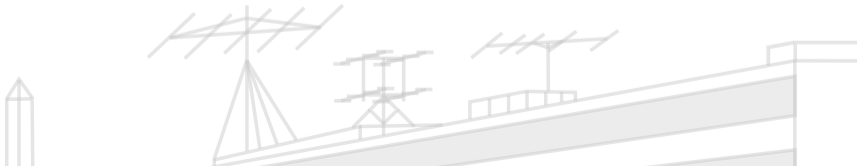
Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Was wurde mit der letzten Formel berechnet?

Die Eingangsfeldgröße eines Systems mit 8 am Ausgang und einer Verstärkung von 12dB



Auffrischungsquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

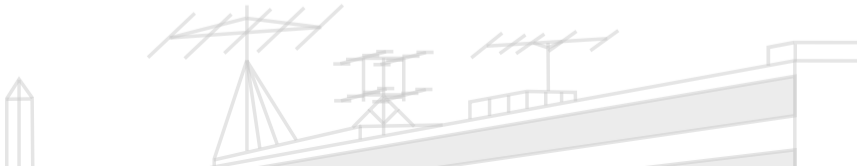
Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Gibt es einen einfacheren Weg?



Auffrischungssquiz

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Gibt es einen einfacheren Weg?

$$12dB = 6dB + 6dB \approx \text{Faktor } 2 \cdot 2 \Rightarrow \frac{8}{2 \cdot 2}$$

dB: Definition

- Hinrechnung

$$Q_{\text{dB}} = 10 \cdot \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

- Umkehrung

$$P = 10^{\frac{Q_{\text{dB}}}{10}} \cdot P_0$$

Übrigens: \log_{10} kann auch als \lg geschrieben werden.

Siehe: *Technik E10³*, S-Stufen siehe *BV13⁴*.

Für die Klasse A braucht man das etwas öfter. Daher eine kleine Wiederholung.

³ Dezibel, Dämpfung, Kabel

⁴ RST-System, UTC, Logbuch, QSL-Karte

dB: Motivation

- Verhältnis einer Größe x zu einer Bezugsgröße x_0
- Logarithmierung:
 - Vergleichbarkeit über mehrere Dekaden
 - Multiplikationen werden zu Additionen
 - Divisionen werden zu Subtraktionen
- Typische Bezugsgrößen: Milliwatt (dBm), Mikrovolt (dBu)

dB: Herleitung

- 1 Verhältnis einer Größe x zu einer Bezugsgröße x_0 :

$$\frac{x}{x_0}$$

- 2 Logarithmierung macht Werte über mehrere Dekaden vergleichbar:

$$\text{Bel : } Q = \log_{10} \frac{x}{x_0} \text{ B}$$

- 3 Mehr Auflösung:

$$\text{Dezibel : } Q = 10 \cdot \log_{10} \frac{x}{x_0} \text{ dB}$$

dB: Anwendung

- (Dezi)Bel ist einheitenlos → Verhältnis zweier Größen gleicher Dimension
- Positive Werte: Verstärkung
- Negative Werte: Dämpfung
- 0 dB: Keine Veränderung der Größe
- Zerlegung von Verstärkung oder Dämpfung einer Signalkette in ihre Faktoren
- Berechnung der Gesamtverstärkung oder Dämpfung

Dezibel / Leistungsgrößen

Gewinn/Dämpfung:

$$g = 10 \cdot \lg \frac{P_{out}}{P_{in}} [dB]$$

Werte die man (für die Praxis) im Kopf haben sollte:

Leistungsfaktor	Dezibel
mal 2	ca. +3 dB
mal 10	+10 dB

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Dezibel: Leistungspegel

Meist benutzt:

- dBm bezogen auf 1 mW
- dBW bezogen auf 1 W

Gewinne und Verluste in einer Kette können ab TX direkt miteinander verrechnet werden.

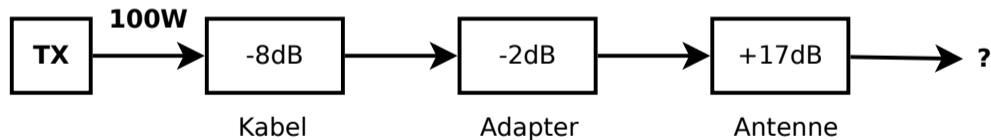


Abb. 2: Weg beim Senden

Dezibel: Spannungsgrößen

Achtung: Bei Spannungen Faktor 20 statt 10:

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

$$\frac{P}{P_0} = \frac{\frac{U^2}{R}}{\frac{U_0^2}{R}} = \frac{U^2}{U_0^2}$$

$$10 \cdot \log_{10} \frac{U^2}{U_0^2} = 10 \cdot \left(2 \cdot \log_{10} \frac{U}{U_0} \right)$$

Dezibel: Spannungsgrößen

Gewinn/Dämpfung:

$$g = 20 \cdot \lg \frac{U_{out}}{U_{in}} [dB]$$

Meist benutzt:

- dB μ V oder dBu bezogen auf 1 μ V

Werte die man (für die Praxis) im Kopf haben sollte:

Spannungsfaktor	Dezibel
mal 2	ca. +6 dB
mal 10	+20 dB

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen

Dezibel / S-Stufen

Wurde ausführlich in den Kapiteln $E10^5$ und $BV13^6$ behandelt (siehe *Curriculum Klasse E^[2]*)



Abb. 3: S-Meter

Was sind S-Stufen (Definition?) und “Wie groß ist der Unterschied von S4 nach S7 in dB?” (TA109)

⁵ Dezibel, Dämpfung, Kabel

⁶ RST-System, UTC, Logbuch, QSL-Karte

Dezibel / S-Stufen

Wurde ausführlich in den Kapiteln $E10^5$ und $BV13^6$ behandelt (siehe *Curriculum Klasse E^[2]*)



Abb. 3: S-Meter

Was sind S-Stufen (Definition?) und “Wie groß ist der Unterschied von S4 nach S7 in dB?” (TA109)



Definition S9: $5\mu V$ (UKW) bzw. $50\mu V$ (KW) an 50Ω

$$S4..S7 \equiv 3 \cdot 6dB = 18dB$$

⁵ Dezibel, Dämpfung, Kabel

⁶ RST-System, UTC, Logbuch, QSL-Karte

Referenzen/Links

- [1] Moltrecht A 01:
<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-ta/a01/>
- [2] Curriculum Klasse E:
https://www.dk0tu.de/Kurse/AFu-Lizenz/Curriculum/Klasse_E/
- [3] Material und Dokumente für den Kurs:
<https://www.dk0tu.de/Kurse/AFu-Lizenz#material>
- [4] SI Base Units: 
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SI_base_unit.svg
- [5] S-Meter: 
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S-Meter.jpg>

Afu-Kurs

Technik A 01

Gliederung

Einleitung

Wiederholung

Auffrischungsquiz

Dezibel

Leistungsgrößen

Leistungspegel

Spannungsgrößen

S-Stufen

Referenzen