Frequenz messen: Zähler, Torzeit und ppm

Stellenwert vor dem Komma · Vorteiler 10:1 · Auflösung = 1 / Torzeit · Genauigkeit = Zeitbasis · 1 ppm von x MHz = x Hz

Anzeige und Vorteiler

Die Einheit gilt für die Ziffer **direkt vor dem Komma**, jede Stelle links ×10, rechts ÷10. „455.000 ³“ = 455 · 10³ Hz = 455 kHz.

1	4	5	0	0	1	3	7
100M	10M	1M	100k	10k	1k	100	10

„1“ hinter den Nullen = 1 kHz, „7“ am Ende = 10 Hz.

Vorteiler 10:1: echte Frequenz = Anzeige · 10 (14,5625 MHz → 145,625 MHz). 50-Ω-Eingang: Höchstpegel beachten, Sender nur über Dämpfungsglied.

Torzeit, Auflösung, Messpraxis

f = N / T (N gezählte Perioden während der Torzeit T). **Auflösung Δf = 1 / T:** 1 ms → 1 kHz, 1 s → 1 Hz, 10 s → 0,1 Hz. 1,1 kHz bei 1 ms: N = 1 → 1 kHz; bei 10 ms: N = 11 → 1,1 kHz.

Genauigkeit ≠ Auflösung: hängt von der Zeitbasis ab (temperaturstabil, TCXO, OCXO, GPSDO).

Sender: unmodulierter Träger (CW), über Dämpfungsglied. FM-Modulation verfälscht. SSB: Ton einspeisen, USB: Träger = Messwert – Ton, LSB: Träger = Messwert + Ton. **Empfänger:** OCXO- oder GPS-gesteuerten Generator über Dämpfungsglied einspeisen, Anzeige vergleichen. Oszilloskop: ungenauer als Zähler.

Genauigkeit in % und ppm

1 % = 10^{-2}, 0,01 % = 10^{-4} = 100 ppm, 1 ppm = 10^{-6}, 0,00001 % = 10^{-7}. **Δf = f · a**.

435 MHz, 1 ppm	435 Hz
14,2 MHz, 10 ppm	±142 Hz
100 MHz, 1 ppm	±100 Hz
145 MHz, 10 ppm	±1 450 Hz
29 MHz, 0,01 %	2 900 Hz
14,1 MHz, 0,00001 %	±1,41 Hz

Bakensegment ab 144,400 MHz, USB bis 2,7 kHz, 1 ppm: 2,7 kHz + 144,4 Hz = 2,844 kHz Abstand → Träger ≤ 144,397156 MHz.

Quellen: f = N / T, Δf = 1 / T, Δf = f · a; IARU-Region-1-Bandplan; Idee nach 50ohm.de (Frequenzmessung). Angaben ohne Gewähr.

Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/frequenzmessung/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Frequenzmessung

Name: _____

Kreuzen Sie jeweils die richtige Antwort an. Die Lösungen stehen unten auf der Seite.

Ergebnis: ____ / 12

1. Womit misst man die Frequenz eines unmodulierten HF-Signals?

- ☐ **A** Mit einem Wechselstromzähler.
- ☐ **B** Mit einem Wechselspannungsmessgerät.
- ☐ **C** Mit einem Frequenzzähler.
- ☐ **D** Mit einem Widerstandsmessgerät.

2. Ein Zähler zeigt 145.00137 MHz. Welchen Stellenwert hat die Ziffer 1 hinter den beiden Nullen?

- ☐ **A** 100 Hz
- ☐ **B** 1 kHz
- ☐ **C** 1 Hz
- ☐ **D** 10 Hz

3. Und welchen Stellenwert hat in 145.00137 MHz die letzte Ziffer 7?

- ☐ **A** 1 Hz
- ☐ **B** 10 Hz
- ☐ **C** 100 Hz
- ☐ **D** 1 kHz

4. Vor dem Zähler sitzt ein Vorteiler 10:1, die Anzeige lautet 14,5625 MHz. Wie hoch ist die Frequenz?

- ☐ **A** 145,625 MHz
- ☐ **B** 14,5625 MHz
- ☐ **C** 14,5625 kHz
- ☐ **D** 1,45625 MHz

5. Womit prüfen Sie die Frequenzanzeige eines Empfängers am genauesten?

- ☐ **A** Mit einem LC-Oszillator hoher Güte.
- ☐ **B** Mit einem Quarzofen- oder GPS-gesteuerten Generator.
- ☐ **C** Mit einem stabilen RC-Oszillator.
- ☐ **D** Mit Oberwellen eines Schaltnetzteils.

6. Wodurch wird die Messung mit einem Frequenzzähler genauer?

- ☐ **A** Durch eine möglichst kurze Messdauer.
- ☐ **B** Durch Gleichrichten des Eingangssignals.
- ☐ **C** Durch einen temperaturstabilisierten Hauptoszillator.
- ☐ **D** Durch einen Vorteiler mit größerem Teilverhältnis.

7. Was ist bei der Prüfung der Sendefrequenz mit einem Frequenzzähler zu beachten?

- ☐ **A** Einen Träger ohne Modulation verwenden.
- ☐ **B** Den Zähler mit der Sendefrequenz synchronisieren.
- ☐ **C** Den Zähler mit der Netzfrequenz synchronisieren.
- ☐ **D** Mit analoger Modulation messen.

8. Die Torzeit eines Zählers wird von 1 s auf 10 s verlängert. Was steigt dadurch?

- ☐ **A** Die Auflösung.
- ☐ **B** Die Frequenzstabilität.
- ☐ **C** Die Empfindlichkeit.
- ☐ **D** Die Langzeitstabilität.

9. Wie viel ist 1 ppm bei 435 MHz?

- ☐ **A** 4,35 MHz
- ☐ **B** 4,35 kHz
- ☐ **C** 435 Hz
- ☐ **D** 43,5 Hz

10. Sender mit 10 ppm Genauigkeit, Anzeige 14,200000 MHz. Wo liegt die echte Frequenz?

- ☐ **A** 14,199990 bis 14,200010 MHz
- ☐ **B** 14,198580 bis 14,201420 MHz
- ☐ **C** 14,199986 bis 14,200014 MHz
- ☐ **D** 14,199858 bis 14,200142 MHz

11. Wie groß ist die maximale Abweichung bei 0,01 % relativer Ungenauigkeit und 29 MHz?

- ☐ **A** 2 900 Hz
- ☐ **B** 290 Hz
- ☐ **C** 29 Hz
- ☐ **D** 29 kHz

12. USB bis 2,7 kHz, Anzeige auf 1 ppm genau: Abstand des Trägers unter 144,400 MHz (Bakensegment)?

- ☐ **A** 2,844 kHz
- ☐ **B** 1,420 kHz
- ☐ **C** 0,144 kHz
- ☐ **D** 2,700 kHz

LÖSUNGEN

1 **C** · Der Frequenzzähler zählt Perioden während einer genauen Torzeit.
2 **B** · Nach dem Komma: 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz.
3 **B** · Fünfte Stelle nach dem Komma: 10^{-5} MHz = 10 Hz.
4 **A** · Der Teiler teilt durch 10, also Anzeige mal 10.
5 **B** · Quarzofen (OCXO) und GPS-Steuerung (GPSDO) sind die stabilsten Referenzen.
6 **C** · Die Zeitbasis bestimmt die Genauigkeit, ihre Abweichung geht 1:1 ins Ergebnis.
7 **A** · Nur ein unmodulierter Träger hat eine feste Frequenz. Anschluss über ein Dämpfungsglied.
8 **A** · $\Delta f = 1 / T$: 0,1 Hz statt 1 Hz.
9 **C** · 1 ppm von x MHz sind x Hz.
10 **D** · 14,2 MHz · 10 · 10^{-6} = 142 Hz nach oben und unten.
11 **A** · 0,01 % = 10^{-4}; 29 · 10^{6} Hz · 10^{-4} = 2 900 Hz.
12 **A** · 2,7 kHz Seitenband plus 144,4 Hz Unsicherheit.

Quellen: $f = N / T$, $\Delta f = 1 / T$, $\Delta f = f \cdot a$; IARU-Region-1-Bandplan; Idee nach 50ohm.de (Frequenzmessung). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/frequenzmessung/

Stand November 2026