Messungen am Sender

Kunstantenne (Dummy Load) · HF-Messkopf und Tastkopf · Dämpfungsglied · Kalibrierung · Feldstärkeanzeiger · § 14 AFV

Kunstantenne (Dummy Load)

Induktionsarmer **50-Ω-Lastwiderstand** mit Kühlkörper. Für den Sender wie eine perfekt angepasste Antenne, die Leistung wird zu **Wärme**, abgestrahlt wird nichts. Sie ersetzt die Antenne bei Abgleich, Abstimmung und Messung, damit niemand gestört wird.

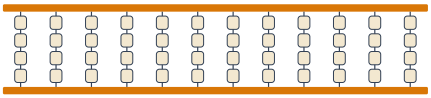
Nie ohne Last senden: Ohne passende Last wird die Welle reflektiert und kann die **Endstufe beschädigen**.

Last am Kabelende	zurück	SWR
Antenne angepasst, Kunstantenne	≈ 0 %	≈ 1
Antenne mit SWR 3 (r = 0,5)	25 %	3
offenes Ende, Kurzschluss	100 %	∞

Aus gleichen Widerständen

R = N_S / N_P · R_einzel n = N_S · N_P
P = n · P_einzel

N_S in Reihe je Zweig, N_P Zweige parallel, jeder Widerstand trägt P / n. 4 × 150 Ω = 600 Ω je Zweig, 12 Zweige: **50 Ω, 48 Widerstände, 48 W** (je 1 W). 20 × 1 kΩ parallel = 50 Ω (QRP). 3 × 150 Ω parallel = 50 Ω.



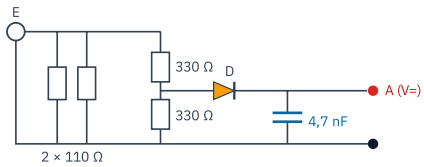
4 × 12 aus 150 Ω / 1 W → 50 Ω, 48 W

Messausgang: Spitzenwertgleichrichter (Diode + Kondensator) liefert Û − U_F: **indirekte Messung der HF-Leistung**. **Anzapfung** bei 5 Ω: Teilspannung mit **Digitalmultimeter und HF-Tastkopf** messen, mal 50/5.

Österreich: AFV

§ 14: Abstimmbare Sender und Leistungsverstärker mit **strahlungsfreier Kunstantenne** abstimmen, belastbar mit dem Grenzwert der Leistungsstufe (§ 9: A 100 W, B 200 W, C 400 W, D 1 000 W PEP). **§ 13 Abs. 3:** Kann die Anlage mehr als die Stufe, ständig ein Messgerät zur Überwachung. Gute Praxis: Abstimmträger kurz, vorher hören, freie Frequenz.

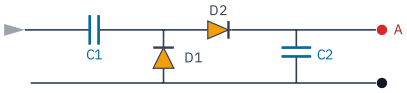
HF-Messkopf mit einer Diode



110 ∥ 110 ∥ 660 Ω ≈ 50 Ω. Die Diode an der Teilermitte sieht Û / 2: **U_A = Û / 2 − U_F**. Schottky U_F ≈ 0,23 V, Silizium ≈ 0,7 V. Immer mit dem Gesamtabschluss 50 Ω rechnen.

U_eff = √(P · R) Û = √2 · U_eff
P = U_eff² / R = Û² / (2R)

Zwei Dioden (Spitze-Spitze)



Koppel-C, zwei Dioden, Lade-C: **U_A = 2 · Û − 2 · U_F**, doppelte Spannung für kleine Signale. Mit 56 Ω ∥ 470 Ω ≈ 50 Ω als Leistungsmesskopf, ohne Abschluss hochohmig: HF-Tastkopf zum **Abgleich von HF-Schaltungen**.

Rechenbeispiele

1 W, Teiler, Schottky: √(1 W · 50 Ω) = 7,07 V, Û = 10 V, halbiert 5 V, − 0,23 V = **4,77 V**

U_A = 14,9 V, Teiler, Si: (14,9 + 0,7) · 2 = 31,2 V, U_eff = 22,1 V, 22,1² / 50 Ω = **9,7 W**

U_A = 15,3 V, 2 Dioden, 50 Ω: 15,76 V / 2 = 7,88 V, U_eff = 5,57 V, P = **0,62 W**

15,3 V an 5 Ω von 50 Ω: 7,88 V · 50/5 = 78,8 V, 78,8² / (2 · 50 Ω) = **62 W**

Typische Fehler: √2 vergessen (P doppelt), U_SS als Spitzenwert (P vierfach), Teiler oder Anzapfung vergessen, U_F nicht dazugezählt, mit Einzelwiderstand statt 50 Ω gerechnet (54,1 Ω: 9,0 W statt 9,7 W).

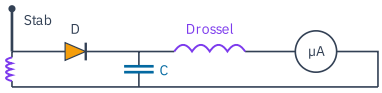
Dämpfungsglied und Kalibrierung

Messkopf für kleine Leistung: **Dämpfungsglied** davor. 2-m-Sender 15 W, **20 dB / 20 W**: 15 W / 100 = 0,15 W am Messkopf, 14,85 W Wärme im Dämpfungsglied, daher muss es die volle Leistung vertragen. Kein Ersatz: 25 m RG213 (≈ 2 dB bei 145 MHz, ungenau bekannt), SWR-Meter, BNC-N-Adapter.

10 dB ÷ 10 20 dB ÷ 100 30 dB ÷ 1 000
40 dB ÷ 10 000

Kalibrierung: Bekannte Pegel einspeisen, Korrekturwerte je Frequenz und Pegel notieren. In dBm einfach addieren: Anzeige 21,2 dBm + 0,6 dB Korrektur + 20 dB Dämpfung = 41,8 dBm = 15 W. Ohne Korrektur: 13 W.

Feldstärkeanzeiger



Stabantenne, HF-Diode, zwei HF-Drosseln, Kondensator, µA-Meter, **kein Schwingkreis**. Der Ausschlag steigt mit der Feldstärke (E ≈ 7 · √P / d im Fernfeld), für Messwerte kalibrieren. An der Kunstantenne: kein Ausschlag.

Schaltbild erkennen

Messkopf HF-Leistung: 50-Ω-Abschluss, Teiler, eine Diode

HF-Tastkopf: Tastspitze, zwei Dioden, kein Abschluss

Feldstärkeanzeiger: Stab, Diode, Drosseln, µA, kein Schwingkreis

Absorptionsfrequenzmesser: Spule + Drehko, Diode, Instrument

Dipmeter: Oszillator mit Steckspule und Batterie

Antennenimpedanzmesser: Messbrücke, Abgleich auf null

Quellen: AFV BGBl. II Nr. 126/1999 idF BGBl. II Nr. 61/2023 §§ 9, 13 Abs. 3, 14 (RIS 29.11.2026); Grundlagen der HF-Messtechnik; Idee nach 50ohm.de (Messungen am Sender, Dummy-Load I und II). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/messungen-am-sender/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Messungen am Sender

Name: _____

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

Ergebnis: ____ / 12

1. Womit wird nach § 14 AFV ein abstimmbarer Sender abgestimmt?

- ☐ **A** Antenne mindestens 10 m über dem Hausdach
- ☐ **B** beliebige Antenne, nachts mit halber Leistung
- ☐ **C** strahlungsfreie, voll belastbare Kunstantenne
- ☐ **D** Kunstantenne erst ab 400 W Sendeleistung

2. Warum nie ohne angepasste Antenne oder Kunstantenne senden?

- ☐ **A** Das SWR-Meter im Gerät brennt durch.
- ☐ **B** Das Netzteil wird ohne Last überlastet.
- ☐ **C** Die rücklaufende Welle schädigt die Endstufe.
- ☐ **D** Die Versorgungsspannung steigt dann an.

3. Was ist gute Praxis beim Abstimmen mit unmoduliertem Träger?

- ☐ **A** direkt auf der Frequenz der Gegenstation
- ☐ **B** mit voller Leistung für genaueres Abstimmen
- ☐ **C** kurz, nach dem Hören, auf freier Frequenz
- ☐ **D** beliebig lange, solange es unter 1 W bleibt

4. 150 Ω / 1 W: je 4 in Reihe, 12 solche Zweige parallel. Welche Werte?

- ☐ **A** 50 Ω, belastbar mit 48 W
- ☐ **B** 600 Ω, belastbar mit 48 W
- ☐ **C** 12,5 Ω, belastbar mit 4 W
- ☐ **D** 50 Ω, belastbar mit 12 W

5. Wozu dient ein Messausgang mit Spitzenwertgleichrichter an einer Kunstantenne?

- ☐ **A** zum Nachjustieren der Widerstände
- ☐ **B** zur indirekten Messung der HF-Leistung
- ☐ **C** zur Erzeugung der ALC-Regelspannung
- ☐ **D** zum Anschluss eines Vorverstärkers

6. Messkopf 50 Ω, Teiler 1:2, Schottky 0,23 V, am Eingang 1 W. Was zeigt das Multimeter?

- ☐ **A** etwa 7,1 V
- ☐ **B** etwa 4,8 V
- ☐ **C** etwa 3,3 V
- ☐ **D** etwa 9,8 V

7. Derselbe Messkopf mit Silizium-Diode (0,7 V) zeigt 14,9 V. Welche Leistung liegt an?

- ☐ **A** etwa 9,7 W
- ☐ **B** etwa 2,4 W
- ☐ **C** etwa 4,9 W
- ☐ **D** etwa 19,5 W

8. Zwei-Dioden-Messkopf mit 50 Ω, Schottky je 0,23 V, zeigt 15,3 V. Welche Leistung?

- ☐ **A** etwa 2,5 W
- ☐ **B** etwa 4,7 W
- ☐ **C** etwa 1,2 W
- ☐ **D** etwa 0,6 W

9. Zwei-Dioden-Tastkopf an der 5-Ω-Anzapfung einer 50-Ω-Kunstantenne: 15,3 V. Leistung?

- ☐ **A** etwa 250 W
- ☐ **B** etwa 120 W
- ☐ **C** etwa 60 W
- ☐ **D** etwa 6 W

10. Ein 2-m-Sender mit 15 W soll an einen Messkopf für kleine Leistung. Was kommt davor?

- ☐ **A** Dämpfungsglied 20 dB, 20 W
- ☐ **B** Stehwellenmessgerät
- ☐ **C** Adapter von BNC auf N
- ☐ **D** 25 m Koaxialkabel RG213

11. Was brauchen Sie für genaue Messungen mit einem selbstgebauten Dioden-Messkopf?

- ☐ **A** einen R1 von genau 50,0 Ω
- ☐ **B** nur Effektivwerte, nie Spitzenwerte
- ☐ **C** vor jeder Messung einen Spektrumanalysator
- ☐ **D** Korrekturwerte aus einer Kalibrierung

12. Stab, HF-Diode, zwei HF-Drosseln, Kondensator, µA-Meter, kein Schwingkreis: Was ist das?

- ☐ **A** Antennenimpedanzmesser
- ☐ **B** Dipmeter
- ☐ **C** Feldstärkeanzeiger
- ☐ **D** Absorptionsfrequenzmesser

LÖSUNGEN

1 C · § 14 AFV: strahlungsfrei, Grenzwert der Stufe aushalten.
2 C · Ohne Last läuft die Welle zurück in die Endstufe.
3 C · So kurz wie möglich, vorher hören, freie Frequenz.
4 A · 600 Ω / 12 = 50 Ω; 48 · 1 W = 48 W.
5 B · U_A folgt dem HF-Spitzenwert: Leistung indirekt.
6 B · 7,07 V eff., Û 10 V, halbiert 5 V, − 0,23 V.
7 A · (14,9 + 0,7) · 2 = 31,2 V; 22,1 V eff.; ² / 50 Ω.
8 D · 15,76 V / 2 = 7,88 V; 5,57 V eff.; ² / 50 Ω.
9 C · 7,88 V · 50/5 = 78,8 V; 78,8² / 100 Ω ≈ 62 W.
10 A · 20 dB = ÷ 100: 0,15 W am Messkopf.
11 D · Abweichungen je Frequenz und Pegel einrechnen.
12 C · Kein Schwingkreis: zeigt nur die Feldstärke.

Quellen: AFV BGBl. II Nr. 126/1999 idF BGBl. II Nr. 61/2023 §§ 9, 13 Abs. 3, 14 (RIS 29.11.2026); Grundlagen der HF-Messtechnik; Idee nach 50ohm.de (Messungen am Sender, Dummy-Load I und II). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/messungen-am-sender/

Stand November 2026