# Personenschutz und Sicherheitsabstand

Wärmewirkung · Referenzwerte 1999/519/EG · Nah- und Fernfeld · d = √(30 · P_EIRP) / E · Richtantennen · Rechtslage

## Warum Personenschutz?

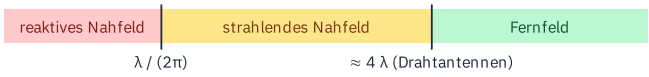
- Zu hohe Feldstärken nahe der Antenne können den Körper **schädigen**. Entscheidend ist die **Wärmewirkung** (SAR in W/kg), unter 10 MHz zusätzlich die Reizung durch Körperströme.
- Die Aufnahme ist **frequenzabhängig**, darum auch die Grenzwerte. Am meisten nimmt der Körper zwischen etwa 10 und 400 MHz auf (Ganzkörperresonanz): dort gilt der niedrigste Wert. Im GHz-Bereich wird nur die Oberfläche warm.
- **Basisgrenzwerte** (SAR) sind kaum messbar, man vergleicht außen mit **Referenzwerten** (E, H, S). Sicherheitsfaktor zu nachgewiesenen akuten Wirkungen: etwa 50.
- **Implantate** (Herzschrittmacher, Insulinpumpe): Störung auch unter den Referenzwerten möglich, maßgeblich ist der **höchste Momentanwert**.

### Referenzwerte Allgemeinbevölkerung (1999/519/EG, Tabelle 2)

| Frequenz (f in MHz) | E (V/m) | H (A/m) | S (W/m²) |
|---|---|---|---|
| 0,15 – 1 MHz | **87** | 0,73 / f | – |
| 1 – 10 MHz | **87 / √f** | 0,73 / f | – |
| 10 – 400 MHz | **28** | 0,073 | 2 |
| 400 – 2 000 MHz | **1,375 · √f** | 0,0037 · √f | f / 200 |
| 2 – 300 GHz | **61** | 0,16 | 10 |

Effektivwerte; E², H², S von 100 kHz bis 10 GHz über beliebige **6 Minuten** gemittelt. Über 10 MHz Spitzen höchstens 32-fach. Mehrere Sender: Σ (E_i / E_L,i)² ≤ 1.

## Nahfeld und Fernfeld




- **Reaktives Nahfeld** bis λ/(2π): E und H ohne feste Phasenbeziehung, keine Umrechnung, **Näherungsformel unzulässig**: E und H messen oder simulieren.
- **Fernfeld**: E ⊥ H ⊥ Ausbreitung, in Phase, E = H · $Z_0$, Feldwellenwiderstand $Z_0$ = 120π Ω ≈ 377 Ω.
- Strahlendes Nahfeld: Formel bei Dipolen und Drahtantennen sicher (Abstand zu groß), bei Loops und elektrisch kurzen Antennen nicht.
- Mit der Bandbezeichnung: Formel gilt auf 160 m erst über 25,5 m, auf 80 m über 12,7 m (bei 3,5 MHz: 13,6 m).

## Rechtslage in Österreich

**§ 27 Abs. 2 TKG 2021**: Bei Errichtung und Betrieb von Funkanlagen müssen Leben und Gesundheit von Menschen geschützt sein; dafür sorgen Sie als Betreiber. Das TKG nennt 1999/519/EG (§ 10 Abs. 3 Z 8, § 11 Abs. 10 Z 2, § 13 Abs. 2 Z 2); § 13 Abs. 5: Stand der Wissenschaften beachten. Aufsicht und Überprüfung: § 175 Abs. 3 und 4. Richtlinie: **OVE R 23-1:2017-04-01**. Die AFV enthält keine Feldgrenzwerte. Anzeige ab 10 W EIRP und Standortbescheinigung (deutsche BEMFV) gibt es in Österreich nicht.

## Rechenweg

```
1 · P_EIRP = P_Sender · 10^((G_i - a) / 10)
2 · d = √(30 Ω · P_EIRP) / E
3 · prüfen: d > λ / (2π)?
```

G_i in dBi (= dBd + 2,15 dB), a = Kabeldämpfung in dB. Umgestellt: E = √(30 · P_EIRP) / d; P_EIRP = (d · E)² / 30, zurück auf die Senderleistung. Herleitung: S = P_EIRP / (4π d²) = E² / $Z_0$, $Z_0$ / 4π = 30 Ω. Abstand gilt von **jedem Punkt der Antenne**, bei drehbaren Antennen in jede Richtung.

## Beispiele

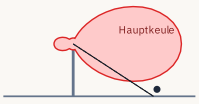
- 2 m, FM, Yagi 8,5 dBd, 50 W, Kabel 1,5 dB: 9,15 dB → **411 W EIRP**; √(30 · 411) / 28 = **4,0 m** > 0,33 m: gültig.
- 80-m-Dipol, 3,6 MHz, 100 W: 164 W EIRP, E = 87 / √3,6 = 45,9 V/m → 1,5 m < 13,3 m: **ungültig**.
- Rundstrahler 8,15 dBi, 4 m frei, 28 V/m: (4 · 28)² / 30 = 418 W EIRP → **64 W** Senderleistung.
- Dipol 70 cm, 10 W, in 10 m: √(30 · 16,4) / 10 = **2,2 V/m**. 100 W ERP = 164 W EIRP: in 100 m 0,70 V/m.

| Band | f | λ/(2π) | E_L (V/m) | 100 W am Dipol |
|---|---|---|---|---|
| **160 m** | 1,84 MHz | 25,9 m | 64,1 | 1,1 m · Nahfeld! |
| **80 m** | 3,60 MHz | 13,3 m | 45,9 | 1,5 m · Nahfeld! |
| **40 m** | 7,10 MHz | 6,7 m | 32,7 | 2,1 m · Nahfeld! |
| **20 m** | 14,20 MHz | 3,4 m | 28 | 2,5 m · Nahfeld! |
| **10 m** | 28,50 MHz | 1,7 m | 28 | 2,5 m · gültig |
| **2 m** | 145 MHz | 33 cm | 28 | 2,5 m · gültig |
| **70 cm** | 435 MHz | 11 cm | 28,7 | 2,4 m · gültig |
| **23 cm** | 1,30 GHz | 4 cm | 49,5 | 1,4 m · gültig |
| **13 cm** | 2,32 GHz | 2 cm | 61 | 1,2 m · gültig |

## Richtantennen und Sendeart

Abstand ∝ √P: −3 dB → × 0,71, **−6 dB → × 0,5**, −10 dB → × 0,32. 20 m in der Hauptkeule, 40° darunter −6 dB → 10 m. Hohe Antennen strahlen über die Köpfe.

6-min-Mittel: P · Modulationsfaktor · Sendeanteil. Richtwerte FM, RTTY, FT8 **1,0**, CW 0,5, SSB 0,2. Aufgaben mit FM/RTTY: Faktor 1. Planung: ungünstigster Betrieb.




**Praxis:** Antenne hoch und weg von Menschen, nicht auf Balkone oder Gehsteige richten, Leistung anpassen, vor dem Senden schauen, gleichzeitige Sender gemeinsam rechnen, Rechnung aufheben.

Quellen: Ratsempfehlung 1999/519/EG, Anhänge II bis IV (EUR-Lex); TKG 2021 §§ 10, 11, 13, 27, 175 und AFV §§ 9, 27 (RIS, Fassung 29.11.2026); OVE-Richtlinie R 23-1:2017-04-01; Idee nach 50ohm.de (Personenschutz, Nah- und Fernfeld, Näherungsformel). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/personenschutzabstand/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

# Quiz: Personenschutz und Sicherheitsabstand

Name: _____

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

Ergebnis: ____ / 12

**1. Warum ist Personenschutz für Funkamateure wichtig?**

- ☐ **A** Starke Felder verringern die Reichweite.
- ☐ **B** Sonst ist der Sender schlecht angepasst.
- ☐ **C** Sie müssen bei Stromunfällen Erste Hilfe leisten.
- ☐ **D** Zu starke Felder an der Antenne schaden dem Körper.

**2. Warum sind die Feldstärke-Grenzwerte frequenzabhängig?**

- ☐ **A** Auf jedem Band gilt eine andere Höchstleistung.
- ☐ **B** Der Körper nimmt HF je nach Frequenz anders auf.
- ☐ **C** Tiefe Frequenzen sind energiereicher als hohe.
- ☐ **D** Die SAR ist nicht bei jeder Frequenz messbar.

**3. Der Referenzwert von 28 V/m (10 bis 400 MHz) ist …**

- ☐ **A** ein Mittelwert über 24 Stunden, nach Tag und Nacht.
- ☐ **B** ein Effektivwert, quadratisch gemittelt über 6 Minuten.
- ☐ **C** ein Spitzenwert, der nie überschritten werden darf.
- ☐ **D** ein Effektivwert, quadratisch gemittelt über 3 Minuten.

**4. Welcher Wert zählt bei Herzschrittmachern?**

- ☐ **A** der Mittelwert der Feldstärke über 3 Minuten
- ☐ **B** der niedrigste Momentanwert der Feldstärke
- ☐ **C** der Mittelwert der Feldstärke über 6 Minuten
- ☐ **D** der höchste Momentanwert der Feldstärke

**5. Was gilt im Fernfeld, im reaktiven Nahfeld aber nicht?**

- ☐ **A** E und H sind in Phase und über rund 377 Ω verknüpft.
- ☐ **B** E und H sind stets um genau 90° verschoben.
- ☐ **C** E und H sind über die Antennenhöhe verknüpft.
- ☐ **D** E und H sind über die Bodenleitfähigkeit verknüpft.

**6. Ab welchem Ergebnis gilt die Formel auf 160 m und 80 m?**

- ☐ **A** über 51,0 m bzw. über 25,5 m
- ☐ **B** über 25,5 m bzw. über 12,7 m
- ☐ **C** über 640 m bzw. über 320 m
- ☐ **D** über 12,7 m bzw. über 6,4 m

**7. 80-m-Dipol, 100 W: Die Formel ergibt 1,5 m. Was gilt?**

- ☐ **A** Ungültig, Nahfeld: Abstand messen oder simulieren.
- ☐ **B** Gültig, auf Kurzwelle ist die Formel genau.
- ☐ **C** Gültig, weil der Dipol waagrecht gespannt ist.
- ☐ **D** Gültig, wenn man 1,5 m mit √2 multipliziert.

**8. 2 m FM, 28 V/m, 8,5 dBd, 50 W, Kabel 1,5 dB: Abstand?**

- ☐ **A** etwa 4,7 m
- ☐ **B** etwa 3,1 m
- ☐ **C** etwa 1,2 m
- ☐ **D** etwa 4,0 m

**9. 2 m FM, 28 V/m, 8,15 dBi, kein Kabelverlust, 4 m frei: höchste Leistung?**

- ☐ **A** etwa 16 W
- ☐ **B** etwa 105 W
- ☐ **C** etwa 418 W
- ☐ **D** etwa 64 W

**10. Hauptkeule 12 m, zum Gehsteig −6 dB: Abstand dorthin?**

- ☐ **A** 3 m
- ☐ **B** 6 m
- ☐ **C** 2 m
- ☐ **D** 12 m

**11. Von wo aus gilt ein errechneter Sicherheitsabstand?**

- ☐ **A** von der Mastbefestigung der Antenne
- ☐ **B** von jedem Punkt der Antenne
- ☐ **C** vom tiefsten Punkt der Antenne
- ☐ **D** vom Einspeisepunkt der Antenne

**12. Wer muss in Österreich für den Personenschutz sorgen?**

- ☐ **A** Sie als Betreiber der Amateurfunkstelle
- ☐ **B** das Fernmeldebüro als Fernmeldebehörde
- ☐ **C** der Hersteller Ihres Funkgeräts
- ☐ **D** die Firma, die die Antenne montiert hat

## LÖSUNGEN

**1** **D** · Nahe der Antenne kann Gewebe zu warm werden.
**2** **B** · Am meisten nimmt er zwischen 10 und 400 MHz auf.
**3** **B** · 1999/519/EG: $E^2$ über beliebige 6 Minuten gemittelt.
**4** **D** · Implantate reagieren auf jede einzelne Spitze.
**5** **A** · Fernfeld: E = H · 377 Ω, E und H in Phase.
**6** **B** · λ/(2π): 160 m/2π = 25,5 m; 80 m/2π = 12,7 m.
**7** **A** · λ/(2π) ≈ 13 m: 1,5 m liegt im reaktiven Nahfeld.
**8** **D** · 9,15 dB → 411 W EIRP; √(30 · 411) / 28 ≈ 4,0 m.
**9** **D** · $(4 \cdot 28)^2$ / 30 = 418 W EIRP; 418 / 6,53 ≈ 64 W.
**10** **B** · −6 dB = ¼ der Leistung: 12 m · √0,25 = 6 m.
**11** **B** · Auch die Elementenden brauchen den Abstand.
**12** **A** · § 27 Abs. 2 TKG 2021: Errichtung und Betrieb.

Quellen: Ratsempfehlung 1999/519/EG, Anhänge II bis IV (EUR-Lex); TKG 2021 §§ 10, 11, 13, 27, 175 und AFV §§ 9, 27 (RIS, Fassung 29.11.2026); OVE-Richtlinie R 23-1:2017-04-01; Idee nach 50ohm.de (Personenschutz, Nah- und Fernfeld, Näherungsformel). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/personenschutzabstand/

Stand November 2026