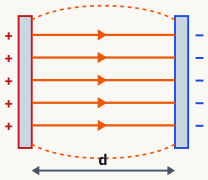
Elektrisches, magnetisches und elektromagnetisches Feld

Feldlinien · E = U / d in V/m · Durchschlag · H in A/m · Rechte-Hand-Regel · Ringkern H = N · I / l_m · Induktion · EM-Welle

Elektrisches Feld (E)



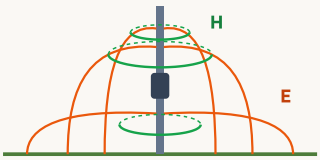
- Zwischen getrennten Ladungen; Formelzeichen **E**, zeitlich konstant = **statisch**.
- Feldlinien **von + nach −**, haben **Anfang und Ende**; dichter = stärker.
- Platten groß gegen Abstand: **homogenes Feld**, nur am Rand gebogen. Es fließt kein Strom.
- **E = U / d**, Einheit **V/m** (d in Meter!).

Aufgabe	Umrechnen	Ergebnis
9 V, Abstand 0,6 cm	`0,6 cm = 0,006 m`	**`E = 1500 V/m`**
300 V, Dielektrikum 0,15 mm	`0,15 mm = 0,00015 m`	**`E = 2000 kV/m`**
PTFE 0,15 mm, E_d = 400 kV/cm	`40 000 000 V/m · 0,00015 m`	**`U_d = 6 kV`**

Typische Fehler: 0,06 m statt 0,006 m → 150 V/m; multipliziert statt dividiert → 5,4 oder 540 V/m; mm und cm verwechselt → 60 kV statt 6 kV. **1 kV/cm = 100 kV/m**, 1 kV/mm = 1000 kV/m.

Wickelkondensator = aufgerollter Plattenkondensator: zwei Metallfolien, dazwischen Isolierfolie (**Dielektrikum**). Es erhöht die Kapazität, E = U / d bleibt. **Durchschlagfestigkeit E_d**: höchste Feldstärke, die der Isolator aushält; darüber Funke, Bauteil zerstört. **$U_d = E_d \cdot d$**. Luft trocken ≈ 3 kV/mm (Drehkos im Antennenanpassgerät mit weitem Plattenabstand).

Feldlinien an der Vertikalantenne

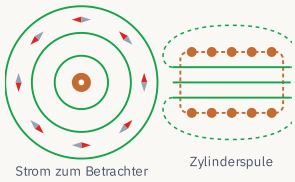


Bögen vom Strahler zur Erde (Anfang und Ende) = **elektrische** Feldlinien. **Geschlossene Ringe um den Strahler** = **magnetische** Feldlinien. Im Prüfungsbild an der Form erkennen, nicht an der Farbe.

Einheiten

`E: V/m (Volt pro Meter)`
`H: A/m (Ampere pro Meter)`
`H/m: Permeabilität`
`W/m: keine Feldstärke`

Magnetisches Feld (H)



- 1820 **Ørsted**: Strom lenkt Kompass ab. Jeder Strom hat ein Magnetfeld, Einheit **A/m**.
- Feldlinien **immer geschlossen**; gerader Leiter: **konzentrische Kreise**, H(r) = I / (2π · r).
- **Rechte-Hand-Regel**: Daumen in Stromrichtung (+ → −), Finger = Feldrichtung. Spule: Finger in Stromrichtung, Daumen zum Nordpol.
- Lange **Zylinderspule**: innen **homogen**, außen **Streufeld**.

Ringkernspule (Toroid): Feld bleibt im Kern

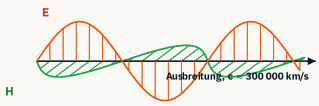
$l_m = \pi \cdot d$ (d = mittlerer Durchmesser), **$H = N \cdot I / l_m$**. Beispiel d = 2,6 cm, N = 6, I = 2,5 A:

`l_m = π · 0,026 m = 0,0817 m · H = 6 · 2,5 A / 0,0817 m = 183,6 A/m`

Fehlerfallen: d in cm → 1,836 A/m; π vergessen → 576,9 A/m; beides → 5,769 A/m.

Elektromagnetisches Feld und Welle

- 1831 **Faraday**: sich änderndes Magnetfeld induziert Spannung (**Induktion**, Transformator). Gleichstrom: Feld konstant, keine Induktion.
- EM-Feld entsteht nur durch **zeitlich veränderlichen Strom**. Konstanter Strom: nur statisches H, konstante Spannung: nur statisches E.
- Ausbreitung durch **Wechselwirkung** von E und H, auch im Vakuum, kein „Äther“. Maxwell 1861–1864 (Theorie), Hertz 1886 (Nachweis).



Im **Fernfeld**: **E senkrecht zu H (90°)**, beide **senkrecht zur Ausbreitungsrichtung**, im Gleichtakt, E / H ≈ 377 Ω. **Polarisation** = Richtung von E: senkrechter Strahler vertikal, waagrechter Dipol horizontal. Gekreuzt: oft 20 dB und mehr Verlust.

Nur zur Info: $\varepsilon_0 \approx 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ As/(Vm), $\mu_0 \approx 1{,}257 \cdot 10^{-6}$ Vs/(Am), $c = 1 / \sqrt{(\varepsilon_0 \cdot \mu_0)} \approx 299\,792$ km/s. Nahfeld nahe der Antenne: Zusammenhang von E und H komplizierter; Fernfeld grob ab einigen Wellenlängen.

Quellen: Grundlagen der Elektrotechnik und Physik; Idee nach 50ohm.de (Elektrisches Feld, Magnetisches Feld, Elektromagnetisches Feld). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/elektromagnetisches-feld/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Elektromagnetisches Feld

Name: _____

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

Ergebnis: ____ / 12

1. Zwei parallele Kondensatorplatten liegen an Gleichspannung. Welches Feld herrscht zwischen ihnen?

- ☐ **A** Ein konzentrisches elektrisches Feld
- ☐ **B** Ein homogenes magnetisches Feld
- ☐ **C** Ein homogenes elektrisches Feld
- ☐ **D** Ein konzentrisches magnetisches Feld

2. In welchen Einheiten gibt man die elektrische Feldstärke E und die magnetische Feldstärke H an?

- ☐ **A** E in V/m, H in H/m
- ☐ **B** E in V/m, H in A/m
- ☐ **C** E in A/m, H in V/m
- ☐ **D** E in W/m, H in A/m

3. Zwei Platten mit 0,5 cm Abstand liegen an 12 V. Wie groß ist die elektrische Feldstärke?

- ☐ **A** 24 V/m
- ☐ **B** 6 V/m
- ☐ **C** 240 V/m
- ☐ **D** 2400 V/m

4. Wickelkondensator: 400 V an 0,2 mm Dielektrikum. Wie groß ist die Feldstärke darin?

- ☐ **A** 2000 kV/m
- ☐ **B** 20 kV/m
- ☐ **C** 200 kV/m
- ☐ **D** 2 kV/m

5. Folie 0,1 mm, Durchschlagfestigkeit 400 kV/cm. Welche Spannung hält sie höchstens aus?

- ☐ **A** 40 kV
- ☐ **B** 40 V
- ☐ **C** 400 V
- ☐ **D** 4 kV

6. Durch einen geraden Leiter fließt konstanter Gleichstrom. Welche Feldlinien umgeben ihn?

- ☐ **A** Elektrische, konzentrische Kreise
- ☐ **B** Magnetische, konzentrische Kreise
- ☐ **C** Magnetische, sternförmig nach außen
- ☐ **D** Elektrische, parallel zum Leiter

7. Welches Feld herrscht im Inneren einer langen Zylinderspule mit Gleichstrom?

- ☐ **A** Ein konzentrisches magnetisches Feld
- ☐ **B** Kein Feld, es liegt nur außen
- ☐ **C** Ein homogenes elektrisches Feld
- ☐ **D** Ein homogenes magnetisches Feld

8. Ringkern: mittlerer Durchmesser 3 cm, 10 Windungen, Strom 1,5 A. Wie groß ist die Feldstärke im Kern?

- ☐ **A** Etwa 1,59 A/m
- ☐ **B** Etwa 5 A/m
- ☐ **C** Etwa 500 A/m
- ☐ **D** Etwa 159 A/m

9. Vertikalantenne: Bögen vom Strahler zur Erde, waagrechte Ringe um den Strahler. Was zeigen sie?

- ☐ **A** Beides elektrische Feldlinien
- ☐ **B** Bögen elektrisch, Ringe magnetisch
- ☐ **C** Beides magnetische Feldlinien
- ☐ **D** Bögen magnetisch, Ringe elektrisch

10. Wodurch entsteht ein elektromagnetisches Feld, das sich als Welle ablösen kann?

- ☐ **A** Zeitlich veränderlicher Strom in einem Leiter
- ☐ **B** Konstante Spannung zwischen zwei Platten
- ☐ **C** Konstanter Gleichstrom in einem Leiter
- ☐ **D** Konstante Spannung an einem Isolator

11. Wie breitet sich eine elektromagnetische Welle aus?

- ☐ **A** Nur über das magnetische Feld
- ☐ **B** Nur über das elektrische Feld
- ☐ **C** Durch Wechselwirkung von E- und H-Feld
- ☐ **D** E und H breiten sich unabhängig aus

12. Welche Aussage über das ungestörte Fernfeld einer Antenne ist richtig?

- ☐ **A** E und H senkrecht, beide quer zur Ausbreitung
- ☐ **B** E und H unter 45°, Ausbreitung parallel zu H
- ☐ **C** E und H senkrecht, Ausbreitung parallel zu E
- ☐ **D** E und H parallel, beide quer zur Ausbreitung

LÖSUNGEN

1 **C** · Homogenes elektrisches Feld; ohne Strom kein Magnetfeld.
2 **B** · E in V/m, H in A/m. H/m ist die Permeabilität.
3 **D** · E = 12 V / 0,005 m = 2400 V/m.
4 **A** · 400 V / 0,0002 m = 2 000 000 V/m = 2000 kV/m.
5 **D** · 400 kV/cm = 40 kV/mm; 40 kV/mm · 0,1 mm = 4 kV.
6 **B** · Magnetische Feldlinien, konzentrische Kreise um den Leiter.
7 **D** · Homogenes Magnetfeld innen, außen Streufeld.
8 **D** · $l_m = \pi \cdot 0{,}03$ m = 0,0942 m; H = 15 A / 0,0942 m ≈ 159 A/m.
9 **B** · Bögen mit Anfang und Ende: elektrisch; Ringe: magnetisch.
10 **A** · Nur veränderlicher Strom; Konstantes gibt nur statische Felder.
11 **C** · Änderndes E erzeugt H und umgekehrt: Wechselwirkung.
12 **A** · E und H 90° zueinander, beide senkrecht zur Ausbreitung.

Quellen: Grundlagen der Elektrotechnik und Physik; Idee nach 50ohm.de (Elektrisches Feld, Magnetisches Feld, Elektromagnetisches Feld). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/elektromagnetisches-feld/

Stand November 2026