

Bild 1.1 Elektrischer Feldlinienverlauf von Punktquelle, Plattenkondensator und einer Leitung gegen Erde

In allen Fällen wirkt ein größerer Abstand von dem spannungsführenden Potential feldreduzierend.

Die Art der Leitungsführung in einer Elektroinstallation hat einen weiteren Einfluss. Freiliegende Leitungen senden mehr aus als unter Putz liegende. Über die elektrische Leitfähigkeit des Putzes kommt es zu einem Ladungsausgleich und somit zu einer Teilreduktion des Feldes.

Elektrische Felder sind Quellenfelder. Sie entspringen an der positiven Ladung und enden an der negativen Ladung. Niederfrequente Felder haben kaum eine Wirkung auf den Menschen, hochfrequente Felder können aber, wie bei Radar und Mikrowelle bekannt, thermische Wirkungen durch Rotation der Dipole erzeugen.

1.1.2 Niederfrequente magnetische Felder

Magnetische Felder existieren als Gleichfelder bei Permanentmagneten, und sie entstehen immer dort, wo elektrische Ströme fließen. Bei Gleichstrom entstehen Gleichfelder, bei Wechselstrom Wechselfelder. Sie wirken mit einer Kraft auf bewegte elektrische Ladungen und somit auf stromdurchflossene Leiter. Die Beschreibungskenngröße ist die magnetische Erregung, auch magnetische Feldstärke H in A/m und die magnetische Flussdichte B , früher auch Induktion, die in Tesla (T) gemessen wird. Es gilt der Zusammenhang $1\text{ T} = 1\text{ Vs/m}^2$. Zwischen magnetischer Erregung H und der magnetischen Flussdichte B gilt der Zusammenhang $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$. Dabei ist μ_0 die Permeabilitätszahl des Vakuums, $\mu_0 = 1,257\text{ }\mu\text{Vs/Am}$ und μ_r die relative Permeabilitätszahl der Materie, die von der magnetischen Erregung durchdrungen wird. Bei ferromagnetischen Stoffen ist $\mu_r \gg 1$. Im Vakuum gilt $\mu_r = 1$. Es werden diamagnetische Stoffe wie Kupfer, Blei, Zinn mit $\mu_r \approx 1$, aber geringfügig < 1 ($0,999$) und paramagnetische Stoffe wie Aluminium und Luft mit μ_r geringfügig > 1 ($1 + 2,22 \cdot 10^{-5}$ bis $1 + 4 \cdot 10^{-7}$) unterschieden.

In Luft entspricht der magnetischen Erregung von $H = 1\text{ A/m}$ eine magnetische Flussdichte von $B = 1,25 \cdot 10^{-6}\text{ T} = 1,25\text{ }\mu\text{T}$. Magnetische Felder sind Wirbelfelder; sie bilden immer geschlossene Feldlinien und durchdringen jede Materie. Bild 1.2 zeigt die magnetischen Felder eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule. Die Feldlinien treten

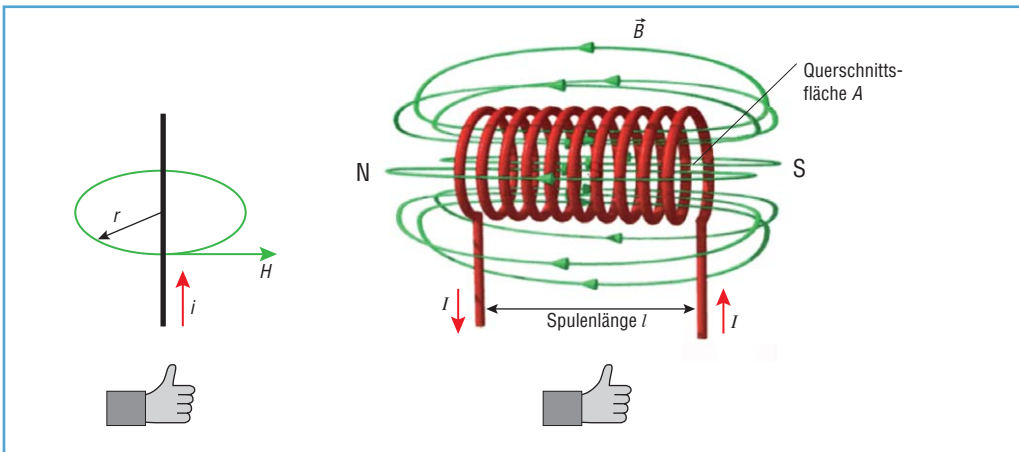


Bild 1.2 Magnetisches Feld eines stromdurchflossenen Leiters und in einer Spule

bei der Spule am Südpol aus und am Nordpol wieder ein. Beim stromdurchflossenen Leiter berechnet sich die magnetische Erregung H zu

$$H = \frac{i}{2\pi \cdot r} \cdot$$

Für lange Spulen mit kleiner Querschnittsfläche A und der Länge l errechnet sich die magnetische Feldstärke innerhalb der Spule in Näherung zu

$$H \approx \frac{N \cdot i}{l}$$

und die magnetische Flussdichte in der Luftspule zu

$$B \approx \mu_0 \cdot \frac{N \cdot i}{l}$$

mit N als Windungszahl der Wicklung.

Die Richtung der magnetischen Feldlinien kann leicht mithilfe der „rechten Handregel“ ermittelt werden. Dabei wird der Leiter so umfasst, dass der Daumen in Richtung des Stromflusses zeigt. Die Finger zeigen dabei in Richtung der magnetischen Feldlinien.

Punktuell höhere Belastungen mit magnetischen Feldern treten beispielsweise an Arbeitsplätzen in der Nähe von Punktschweißmaschinen auf, die mit Schweißströmen von einigen hunderttausend A arbeiten können. Die Ströme in der öffentlichen Stromversorgung führen auf allen Spannungsebenen sowie bei der Bahnstromversorgung zu einer großflächigen Ausbreitung magnetischer Felder längs der Leitung.

Magnetische Felder lassen sich nicht abschirmen. Sie durchdringen jeden Körper, lassen sich aber mit ferromagnetischen Materialien wie Weicheisen oder MU-Metall um den zu schützenden Bereich herumführen. Auch bei magnetischen Feldern wirkt ein größerer Abstand zu den stromführenden Leitern feldreduzierend. Die auftretenden Werte reichen von wenigen μT bis zu einigen T. Die vertikale Komponente des magnetischen Erdfeldes hat etwa die Stärke von $44 \mu\text{T}$, die magnetische Beeinflussung im Kernspintomographen kann bis zu 15T reichen.