

Was ist ein Feld?

A) mathematisch gesehen

Ein Feld erhält man, indem man in jeden Punkt des Raums einen Vektor setzt. Diese Vektoren sind keine Ortsvektoren und auch keine Verbindungsvektoren zwischen zwei Punkten im Raum, sondern eben Feldvektoren. Feldvektoren unterscheiden sich in zwei Eigenschaften von anderen Vektoren:

1. Jeder Feldvektor hat seinen ganz bestimmten Platz im Raum, und darf nicht verschoben werden.
2. Die Länge der Feldvektoren ist zwar untereinander geregelt, hat aber keinen Bezug zu den Koordinaten des Raums.

Man definiert ein Feld, indem man eine Vorschrift angibt, wie für jeden Punkt des Raums die Komponenten des Vektors aus den jeweiligen Koordinaten des Punkts berechnet werden. Das kann z.B. so aussehen:

"Für jeden Punkt $P(x/ y/ z)$ wird der Vektor $\vec{B} = \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix}$ am Punkt P durch die Vorschrift

$$\begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{\mu_0}{2\pi} I \frac{y}{x^2 + y^2} \\ \frac{\mu_0}{2\pi} I \frac{x}{x^2 + y^2} \\ 0 \end{pmatrix} \text{ definiert.}"$$

Das so definierte Feld ist übrigens das B-Feld eines geradlinigen Leiters entlang der z-Achse, durch den der Strom I fließt.

Aufgabe A: Berechnen Sie (formal) den Betrag dieses Vektors und vergleichen Sie mit dem Resultat der Formelsammlung. Bestimmen Sie Betrag und Richtung des Vektors für die Punkte $(1/0/0)$, $(0/1/0)$ und $C(-\frac{\sqrt{2}}{2}/-\frac{\sqrt{2}}{2}/0)$.

B) physikalisch gesehen

Wenn zwei Objekte gegenseitig eine Kraft aufeinander ausüben, hängt die Stärke dieser Kraft immer von beiden Objekten ab. Z.B. könnte das erste Objekt die Erde und das zweite ein Satellit sein. Oder das erste Objekt ist ein grosser Magnet, und das zweite ein Strom durchflossener kleiner Draht. Typisch für diese Beispiele ist, dass das eine Objekt fest und das andere austauschbar ist.

Der Satellit beeinflusst die Kraft zwischen ihm und der Erde durch seine Masse: Je grösser seine Masse, desto grösser die Kraft. Die Kraft ist zur Masse proportional.

Der Draht beeinflusst die Kraft zwischen ihm und dem Magneten durch seine Länge und durch die Stromstärke, die durch ihn fließt. Je grösser die Länge und die Stromstärke, desto grösser die Kraft. Die Kraft ist zu Länge und Stromstärke proportional.

Indem man die Kraft zwischen den Objekten durch die besonderen Eigenschaften des austauschbaren Objektes teilt (Masse, oder Stromstärke und Länge, oder Ladung, oder), erhält man eine Grösse, die nur noch von den Eigenschaften des ersten Objekts, sowie vom Abstand der beiden Objekte abhängt. Diese Grösse wird das *Feld* des Objekts genannt. Die Art der Kraft bestimmt die Art des Feldes (Schwerefeld, magnetisches Feld, elektrisches Feld usw.). Die Erde hat z.B. gleich zwei Felder: ein Schwerefeld und ein magnetisches Feld.

Aufgabe B: In einer bestimmten Entfernung von der Erde wird ein 5 t schwerer Satellit mit 2400 N angezogen.

- a) Berechnen Sie die Stärke des Schwerefelds der Erde in dieser Entfernung!
- b) Berechnen Sie mit dem Feld die Kraft auf Satelliten mit den Massen 2.4 t, 4.1 t, 8 t, 900 kg, 40 t
- c) Wie stark ist das Feld in einem doppelt so grossen Abstand vom Erdmittelpunkt?