

Felder als Objekte

F. Herrmann



www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de

1. Das Wort „Feld“ in zweierlei Bedeutung
2. Das Feld als Gegenstand
3. Zur Geschichte des Feldbegriffs
4. Konsequenzen für den Unterricht
5. Das “eigentliche” magnetische Feld

1. Verteilung einer lokalen Größe im Raum

Temperaturfeld $\vartheta(x,y,z)$

Druckfeld $p(x,y,z)$

Dichtefeld $\rho(x,y,z)$

Geschwindigkeitsfeld $\mathbf{v}(x,y,z)$

Kraftfeld $\mathbf{F}(x,y,z)$

2. Name eines physikalischen Systems

elektromagnetisches Feld

Gravitationsfeld

1. Das Wort „Feld“ in zweierlei Bedeutung
2. Das Feld als Gegenstand
3. Zur Geschichte des Feldbegriffs
4. Konsequenzen für den Unterricht
5. Das “eigentliche” magnetische Feld

Das elektrische Feld ist die Gesamtheit der Feldstärkevektoren in einem Raumbereich. (*Sexl*)

Das magnetische Feld ist der Wirkungsbereich eines Magneten; dort wirkt er auf ferromagnetische Körper. Magnetfelder gibt es auch im Vakuum. (*Dorn-Bader*)

Vielleicht fragen Sie sich nun, was denn ein elektrisches Feld wirklich ist. Das elektrische Feld ordnet jedem Raumpunkt eine lokale Eigenschaft zu. (*Berkeley-Kurs*)

Den Raum zwischen diesen beiden Körpern, das Gebiet der Feldlinien, nennen wir ein elektrisches Feld. (*Pohl*)

physikalische Größen, die für ein Feld einen bestimmten Wert haben

elektrische, magnetische Feldstärke \mathbf{E}, \mathbf{H}

elektrisches, magnetisches Skalarpotenzial ϕ_e, ϕ_m

magnetisches Vektorpotenzial \mathbf{A}

Energie E , Energiedichte ρ_E , Energiestrom P ,

Energiestromdichte \mathbf{j}_E

Impuls \mathbf{p} , Kraft \mathbf{F} , mechanische Spannung σ ,

Drehimpuls \mathbf{L} , Drehmoment \mathbf{M}

Temperatur T , Entropie S

Stoffmenge n , chemisches Potenzial μ

Skalar
Vektor
Tensor

Teilchen der Materie:

Atome, Elektronen, Protonen, Quarks...

Teilchen von Feldern:

Photonen, W-Bosonen, Gluonen, Gravitonen

Das elektrische Feld ist die Gesamtheit der Feldstärkevektoren in einem Raumbereich.

Luft ist die Gesamtheit der Druckwerte in einem Raumbereich.

Das magnetische Feld ist der Wirkungsbereich eines Magneten; dort wirkt er auf ferromagnetische Körper. Magnetfelder gibt es auch im Vakuum.

Luft ist der Wirkungsbereich der Erde; dort wirkt er auf Ballons. Luft gibt es auch im Vakuum.

Vielleicht fragen Sie sich nun, was denn ein elektrisches Feld wirklich ist. Das elektrische Feld ordnet jedem Raumpunkt eine lokale Eigenschaft zu.

Vielleicht fragen Sie sich nun, was denn Luft wirklich ist. Luft ordnet jedem Raumpunkt eine lokale Eigenschaft zu.

Den Raum zwischen diesen beiden Körpern, das Gebiet der Feldlinien, nennen wir ein elektrisches Feld.

Den Raum oberhalb der Erdoberfläche, das Gebiet der Isoraren, nennen wir Luft.

1. Das Wort „Feld“ in zweierlei Bedeutung
2. Das Feld als Gegenstand
3. Zur Geschichte des Feldbegriffs
4. Konsequenzen für den Unterricht
5. Das “eigentliche” magnetische Feld

Maxwell:

“Man bezeichnet den Raum in der Umgebung eines electricirten Körpers, insofern sich in demselben die electricischen Phänomene abspielen, als *Electricisches Feld*.”

sten Substanz der materiellen Dinge. Daher müssen auch diese Theorien alle zu der Conception eines Mediums führen, in welchem die Fortpflanzung vor sich geht. Stimmt man einmal der Hypothese von der Existenz eines Mediums zu, so glaube ich, dass demselben bei unsern Untersuchungen ein hervorragender Platz anzuweisen ist, und dass wir mit allen Mitteln uns eine begriffliche Vorstellung von allen Details seiner Wirkungsweise zu verschaffen suchen sollten. Das war aber stets mein Hauptbestreben, als ich dieses Werk ausarbeitete.

Daher müssen auch diese Theorien alle zu der Konzeption eines Mediums führen, in welchem die Fortpflanzung vor sich geht.

Einstein 1920:

“Diese raum-zeitliche Veränderlichkeit von Maßstäben und Uhren zueinander [...] hat die Auffassung, daß der Raum physikalisch leer sei, wohl endgültig beseitigt.”

“Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie ist ein Raum ohne Äther undenkbar.”

1. Das Wort „Feld“ in zweierlei Bedeutung
2. Das Feld als Gegenstand
3. Zur Geschichte des Feldbegriffs
4. Konsequenzen für den Unterricht
5. Das “eigentliche” magnetische Feld

In der Umgebung eines elektrisch geladenen Körpers befindet sich ein Feld.

An einem elektrisch geladenen Körper hängt ein Feld.

Haben die Ladungen von zwei Körpern dasselbe Vorzeichen, so drückt sie das Feld voneinander weg.
Haben sie verschiedene Vorzeichen, so zieht sie das Feld zueinander hin.

1. Das Wort „Feld“ in zweierlei Bedeutung
2. Das Feld als Gegenstand
3. Zur Geschichte des Feldbegriffs
4. Konsequenzen für den Unterricht
5. Das “eigentliche” magnetische Feld

magnetische Flussdichte oder Induktion

magnetische Feldstärke

magnetisches Skalarpotenzial

magnetisches Vektorpotenzial

Energiedichte

mechanischer Spannungstensor

... und viele andere, die man konstruieren könnte

Nicht: “Welches ist das eigentliche, das richtige Feld?”

sondern: “Welche dieser Größen ist für meine Zwecke am besten geeignet?”

EN

DE