

29 Der Leitfähigkeitstensor

Thema

Der Tensorbegriff begegnet den Studierenden typischerweise zum ersten Mal in der Form des Trägheitstensors. Das ist eher unglücklich, denn dabei entsteht der Eindruck, es handele sich um ein schwieriges Thema. Die Tatsache, dass ein Tensor (2. Stufe) einfach eine lineare Beziehung zwischen zwei Vektoren herstellt, kann an Hand von anderen Beispielen besser deutlich gemacht werden. Es wird im Folgenden ausnahmsweise ein Experiment geschildert, das man tatsächlich gar nicht durchführt – weil es zu trivial ist.

Das Gerät

Die Werkstatt soll gekehrt werden. Sie hat einen geriffelten Boden.

Der Versuch

Man bewegt den Besen irgendwie schräg zur Riffelung über den Boden. Der Schmutz folgt grob dem Besen, allerdings doch nicht ganz, denn er bewegt sich leichter in Richtung der Riffelung als quer dazu. Der „Schmutzstrom“ hat also nicht ganz dieselbe Richtung wie der „Besenstrom“. Nur wenn man genau in Richtung der Riffelung oder genau quer dazu kehrt, bewegt sich der Schmutz in dieselbe Richtung wie der Besen.

Was man daraus lernen kann

Es ist ähnlich wie bei der elektrischen Leitung in einem anisotropen Material. Hier gilt die Beziehung

$$\vec{j} = \overleftrightarrow{\sigma} \cdot \vec{E}$$

Das elektrische Feld verursacht einen elektrischen Strom. In einem isotropen Medium folgt der Strom der Richtung des elektrischen Feldes. In einem anisotropen Medium weicht die Stromrichtung im Allgemeinen von der Feldrichtung ab, außer für zwei zueinander orthogonale Richtungen des elektrischen Feldstärkevektors.