

Gegeben sei das Vektorfeld  $v = v(r)$

$$v = \begin{pmatrix} v_x(x,y,z) \\ v_y(x,y,z) \\ v_z(x,y,z) \end{pmatrix}$$

Divergenz eines Vektorfeldes

$$\text{div } v = \nabla \cdot v = \frac{\partial}{\partial x} v_x(x,y,z) + \frac{\partial}{\partial y} v_y(x,y,z) + \frac{\partial}{\partial z} v_z(x,y,z) = \frac{v_x}{x} + \frac{v_y}{y} + \frac{v_z}{z}$$

Rotation eines Vektorfeldes

$$\text{rot } v = \nabla \times v = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ v_x(x,y,z) & v_y(x,y,z) & v_z(x,y,z) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ v_x & v_y & v_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{v_z}{y} - \frac{v_y}{z} \\ \frac{v_x}{z} - \frac{v_z}{x} \\ \frac{v_y}{x} - \frac{v_x}{y} \end{pmatrix}$$

Die Maxwell-Gleichungen und das elektromagnetische Feld

Zur Beschreibung von elektrischen Vorgängen im Vakuum benötigt man vier Grundgrößen, die elektrische Ladungsdichte  $\rho$ , die elektrische Stromdichte  $i$ , die elektrische Feldstärke  $E$  und die magnetische Induktion  $B$ . Durch die Maxwell-Gleichungen sind diese vier Grundgrößen miteinander folgendermassen verknüpft ( $\epsilon_0$  elektrische Feldkonstante,  $\mu_0$  magnetische Feldkonstante):

(1)  $\text{rot } B = \mu_0 i + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial E}{\partial t}$

Ein magnetisches Wirbelfeld entsteht durch einen stationären Strom oder durch ein elektrisches Wechselfeld.

(2)  $\text{rot } E = - \frac{\partial B}{\partial t}$

Ein elektrisches Wirbelfeld entsteht durch ein magnetisches Wechselfeld.

(3)  $\text{div } E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

Ein elektrisches Quellenfeld entsteht durch Ladungen ( $\rho =$  Ladungsdichte)

(4)  $\text{div } B = 0$

Das Magnetfeld ist quellenfrei.

James Clerc Maxwell (1831 - 1879) begründete 1860 die vollständige Theorie der elektromagnetischen Vorgänge. Er sagte die Existenz von Radiowellen voraus und deutete das Licht als elektromagnetische Wellen.