

Kapitel 3

Elektrische Stromstärke

3.1 Der elektrische Strom

In der Elektrostatik haben wir uns mit ruhenden Ladungen beschäftigt. Nun wollen wir uns mit einem anderen Teilgebiet befassen, nämlich mit der Physik der bewegten Ladungen, der Elektrodynamik.

Versuch 3.1

Die Platten eines geladenen Kondensators werden über einen feuchten Papierstreifen miteinander verbunden. Dieser Leiter hat nun nicht mehr überall das gleiche Potenzial. Zwischen den Enden des Leiters liegt eine von null verschiedene Potenzialdifferenz $d\varphi/dx$ an, und damit existiert ein elektrisches Feld $E = -d\varphi/dx$. Unter dem Einfluss des Feldes kommt es zu einer Ladungsbewegung im Leiter. Man sagt, es fließt ein Strom.

Ebenso findet ein Ladungstransport statt, wenn die Luft zwischen den Platten mit einer Flamme leitend gemacht wird.

Die bewegte elektrische Ladung bezeichnet man als **elektrischen Strom**. Den Betrag des elektrischen Stromes nennt man die **Stromstärke** I .

Pro Zeitintervall dt werden $d(N \cdot e)$ Ladungen durch den Querschnitt F des Leiters transportiert. Man definiert daher die Stromstärke I als die pro Zeiteinheit durch den Querschnitt eines Leiters transportierte Ladung (s. Abb. 3.1, aus [10]).

$$\text{Elektrische Stromstärke} \quad I = \frac{d(N \cdot e)}{dt} = \frac{dQ}{dt} = \frac{\text{Ladung}}{\text{Zeit}} \quad (3.1)$$

Die Einheit der Stromstärke ist nach dem französischen Physiker A. M. AMPÈRE (1775 – 1839) benannt und eine Grundeinheit im SI-Einheitensystem.

$$[I] = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Sekunde}} = \frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{A} = \text{Ampere}. \quad (3.2)$$

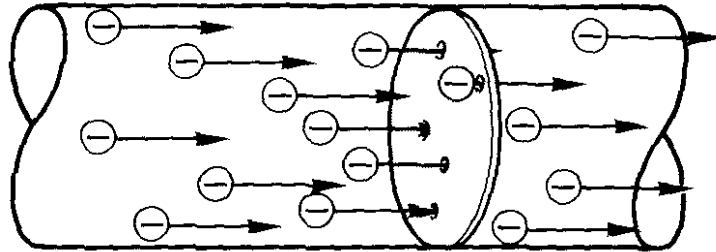


Abbildung 3.1: Bewegte Ladungen im einem Leiter

3.2 Mechanismen der Stromleitung

Betrachten wir noch einmal den Einstiegsversuch. Was ist in dem Leiter geschehen, mit dem wir die Kondensatorplatten verbunden haben? Die Elektronen bewegen sich unter dem Einfluss des elektrischen Feldes \vec{E} . Auf sie wirkt eine Kraft

$$\vec{F} = q_- \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}. \quad (3.3)$$

Somit bewegen sie sich mit einer Geschwindigkeit

$$\vec{v}_- = \vec{a} \cdot t = q_- \frac{\vec{E}}{m} t, \quad (3.4)$$

d. h. v_- nimmt linear mit der Zeit zu. Betrachten wir dazu ein Beispiel:

Beispiel 3.1

Durch einen Kupferdraht mit einem Querschnitt von 1 mm^2 fließe ein Strom von 10 A . Dieser Draht befinde sich in einem elektrischen Feld von $E = 0,17 \text{ V/m}$ und es ist $|q_-| = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ und $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Damit ist

$$v_- \simeq 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} t, \quad (3.5)$$

d. h. für $t = 10 \text{ ms}$ ist $v_- = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \simeq 1 \text{ c}$ (Lichtgeschwindigkeit). Dies ist offensichtlich unsinnig!!!

Wir müssen uns also ein anderes Bild von der Elektronenbeweglichkeit machen. In Materialien können Teilchen nämlich nur eine Zeit τ frei fliegend beschleunigt werden, bevor