

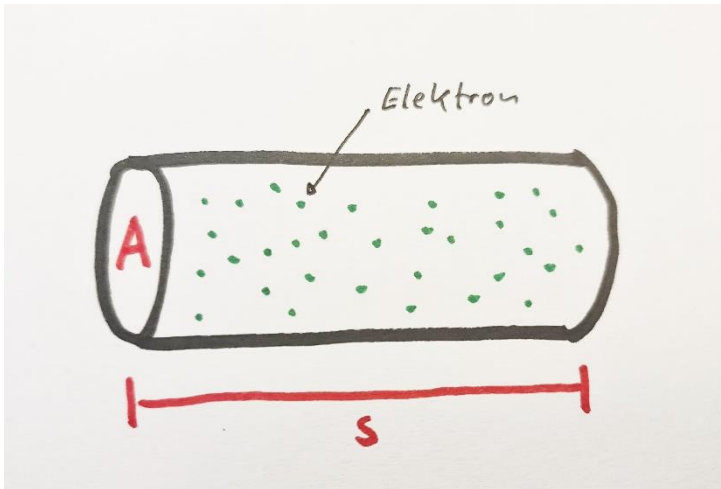
Der Strom wird beschrieben durch die Ladung, die pro Zeit fließt.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Die Ladung berechnet sich zu der Anzahl der Elementar-Ladungen, also die Anzahl der Elektronen. Somit wird (1) zu (2):

$$I = \frac{N e}{t} \quad (2)$$

Wie groß ist nun die Anzahl der Elektronen? Das hängt davon ab, wie hoch die Dichte der freien Elektronen im Leiter ist. Die Dichte der freien Elektronen im Leiter nennen wir n . Siehe Skizze 1.



Skizze 1: Leiter mit Querschnitt A , Länge s und freien Elektronen

Die Gesamtanzahl der Elektronen ergibt sich zu:

$$N = n A s \quad (3)$$

Mit (3) wird (2) zu:

$$I = \frac{n A s e}{t} \quad (4)$$

Mit dem Ausdruck für die Geschwindigkeit = Weg durch Zeit:

$$v = \frac{s}{t} \quad (5)$$

Wird aus (4):

$$I = A v n e \quad (6)$$

Aufgelöst nach v , ergibt sich für die Geschwindigkeit der Ladungsträger

$$v = \frac{I}{A n e} \quad (7)$$

Wie groß sind nun die einzelnen Werte?

Setzen wir eine Stromstärke von $I = 1\text{ A}$ an. Einen Leitungsquerschnitt von $A = 0,5\text{ mm}^2$. Für die Elementar-Ladung gilt: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.

Jetzt fehlt nur noch die Elektronendichte n . Dazu setzen wir an, dass der Leiter aus Kupfer besteht und dass jedes Kupferatom ein Leitungs-Elektron zur Verfügung stellt. Kupfer hat eine Raumdichte von:

$$\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (8)$$

Kupfer hat eine molare Masse von:

$$M_{\text{Cu}} = 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (9)$$

Die Avogadro-Zahl lautet: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$. Somit ergibt sich die Elektronendicht zu:

$$n_{\text{Cu}} = \frac{\rho_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}}} N_A \quad (10)$$

Ergibt sich mit unseren Zahlen:

$$n_{\text{Cu}} = 8,5 \cdot 10^{22}\text{ cm}^{-3} \quad (11)$$

Dann (11) und die Werte für I, A, e in (7) eingesetzt, ergibt:

$$v = 1,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,14\text{ mm/s} \quad (12)$$

Diese Geschwindigkeit nennt man auch die Driftgeschwindigkeit der Elektronen. Die Elektronen wälzen sich daher tatsächlich bei einem Gleichstrom in der Masse extrem langsam durch das Kabel. Allerdings zappeln sie dabei noch ungerichtet umher – das ist ihre thermische Bewegung, diese Geschwindigkeit liegt bei rund 1000000 m/s. Die Information – oder auch das elektrische Feld – breitet sich noch schneller aus, mit Lichtgeschwindigkeit. Das ist so ein bisschen wie Stille-Post spielen, da bewegt sich kein Kind, die Information läuft aber trotzdem durch die Reihe. Je nachdem was man anschaut, ist der Strom irre schnell oder auch wahnsinnig langsam.