

Alles ist vernetzt

Mit der elektrischen Schaltung im Hintergrund kann man Schülerinnen und Schüler erschrecken. Dabei ist sie ganz leicht zu vereinfachen: Es genügt, die etwa tausend Widerstände und Batteriespannungen zu addieren. Werden aber wenige, zusätzliche Äste eingefügt, kommt man nicht um ein grösseres Gleichungssystem herum.

Moderne Mikroprozessoren enthalten mehrere Milliarden Elemente. Das sind so viele, dass ein Menschenleben nicht ausreicht, sie einzeln zu zählen. Noch schlimmer ist es im menschlichen Gehirn: Es enthält Grössenordnung 10^{11} Neuronen, die miteinander vernetzt sind. Das Gehirn funktioniert nämlich elektrisch. Wie stark sind die elektrischen Ströme? Aus der elementaren Stromlehre kennt man die Beziehung $P = UI$ zwischen Leistung, Spannung und Stromstärke. Die elektrische Leistung des Gehirns ist Grössenordnung 10^1 W, die Spannung (Membranpotentiale) 10^{-1} V. Damit folgt

$$I = \frac{P}{U} \approx \frac{10^1 \text{ W}}{10^{-1} \text{ V}} \approx 10^2 \text{ A}$$

Das ist mehr als in meinem Staubsauger! Kein Wunder brennt ab und zu jemandem die Sicherung durch.

Die Spannung über einer Zellmembran kann mit der Nernst-Gleichung beschrieben werden:

$$E = \frac{RT}{zF} \cdot \lg \frac{c_{\text{ausseren}}}{c_{\text{innen}}}$$

Diese Gleichung stammt aus der Thermodynamik, was man daran sieht, dass die Temperatur T darin vorkommt. Die Gesetze der Physik gelten auch für unser Gehirn! Weil dieselbe Gleichung auch Batterien beschreibt, sind wir also gewissermassen mit dem Handy-Akku verwandt. Lie.