

# elektrische Prozesse an Zellmembranen

David Haberthür

6. Oktober 2010

## 1 Zeitkonstante $\tau$

Erstmals tragen wir die gegebenen Werte aus Tabelle 1 in eine Graphik ein.

Strom [mV]	Zeit [ms]
-47.4	10
-42.7	20
-41.0	30
-40.4	40
-40.1	50

Tabelle 1: Werte aus den Unterlagen

Dies ergibt den Plot in Abbildung 1a, der angelegte Puls ist in Abbildung 1b zu sehen.

Eine Aufgabe ist es, die Zeitkonstante  $\tau$  zu bestimmen. Aus den Angaben, die wir haben, kann diese Konstante nur graphisch bestimmt werden. Die gemessenen Werte über der Membran zeigen einen exponentiellen Anstieg der Membranspannung.

$\tau$  bezeichnet die Zeit, in der sich die Spannung bis auf  $\frac{1}{e}$ <sup>1</sup> an den neuen Gleichgewichtswert von etwa  $-40$  mV angenähert hat. Dies entspricht also einem Anstieg von 63 % von  $-60$  mV aus:  $V = 0.632 \cdot 20 \text{ mV} = 12.642 \text{ mV}$ . Graphisch abgeschätzt (siehe gestrichelte grüne Linie bei  $-47.358$  mV in Abbildung 2) entspricht dies einer Zeit von ziemlich genau 10 ms.

## 2 Membranoberfläche

Die Oberfläche einer Kugel kann mit  $A = 4\pi r^2$  berechnet werden.

$$A = 4\pi r^2 = 4\pi(0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 3.142 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>  $\frac{1}{e}$  entspricht 0.3678, also ca. 37 %

### 3 Kaliumkonzentration im Oozyt

Mit der Nernst-Gleichungs-Anwendung für die Biologie<sup>2</sup> kann die Kaliumkonzentration in der Zelle ausgerechnet werden

$$E = E_0 + \frac{RT}{z_e T} \log \left( \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Red}}} \right) = 61.54 \text{ mV} \log \left( \frac{c_{\text{innen}}}{c_{\text{ausen}}} \right) \quad (2)$$

$$-60 \text{ mV} = 61.54 \text{ mV} \log \left( \frac{15 \text{ mmol l}^{-1}}{K^+} \right) \quad (3)$$

$$1 \simeq \log \left( \frac{15 \text{ mmol l}^{-1}}{K^+} \right) \quad (4)$$

$$10^{-1} \simeq \frac{15 \text{ mmol l}^{-1}}{K^+} \quad (5)$$

$$K^+ \simeq 150 \text{ mmol l}^{-1} \quad (6)$$

$$(7)$$

### 4 Membranwiderstand

$$U = RI \quad (8)$$

$$r_m = \frac{U}{I} \quad (9)$$

$$r_m = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{20 \text{ mV}}{0.2 \text{ }\mu\text{A}} = \frac{2 \times 10^{-2} \text{ V}}{2 \times 10^{-7} \text{ A}} = 100 \text{ k}\Omega \quad (10)$$

$$(11)$$

### 5 Membrankapazität

$$\tau = c_m \cdot r_m \quad (12)$$

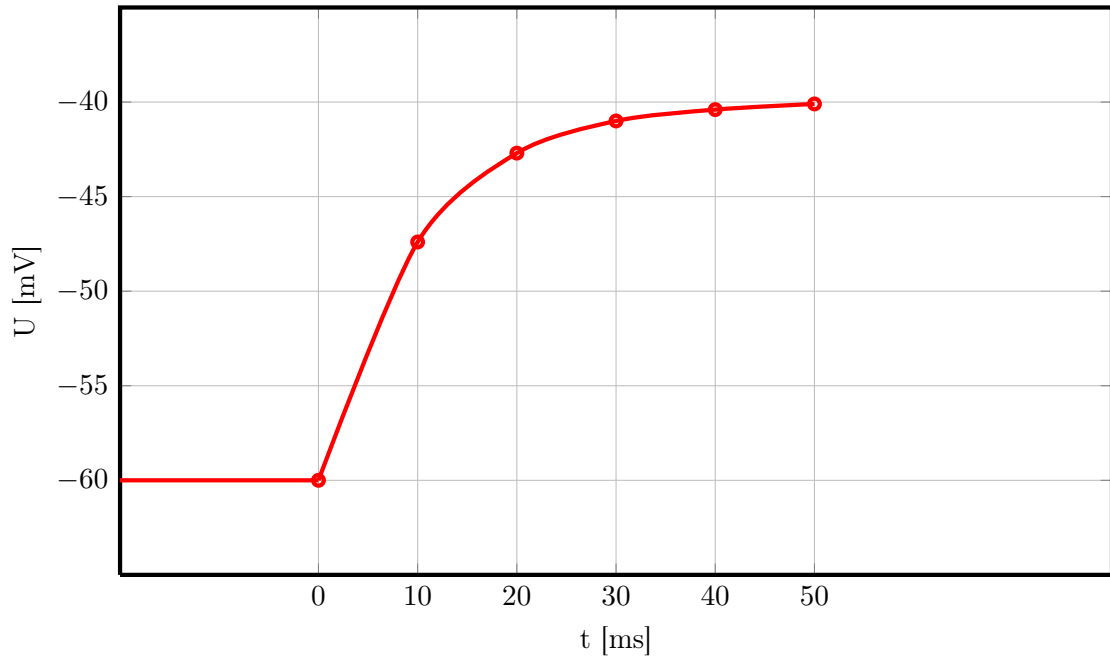
$$c_m = \frac{\tau}{r_m} \quad (13)$$

$$c_m = \frac{10 \text{ ms}}{100 \text{ k}\Omega} = \frac{1 \times 10^{-2} \text{ s}}{1 \times 10^5 \text{ k}\Omega} = 100 \text{ nF} \quad (14)$$

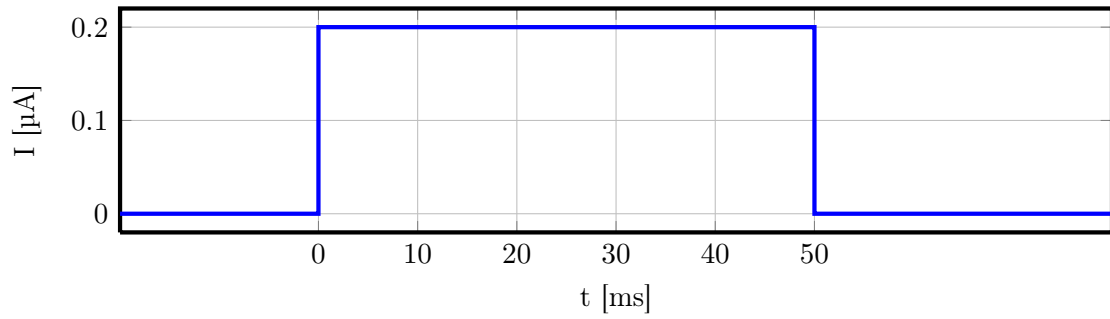
$$(15)$$

---

<sup>2</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Nernst-Gleichung#Nernst-Gleichung\\_in\\_der\\_Biologie](http://de.wikipedia.org/wiki/Nernst-Gleichung#Nernst-Gleichung_in_der_Biologie)



(a) Membranpotential



(b) Strompuls

Abbildung 1: Plots der elektrischen Prozesse

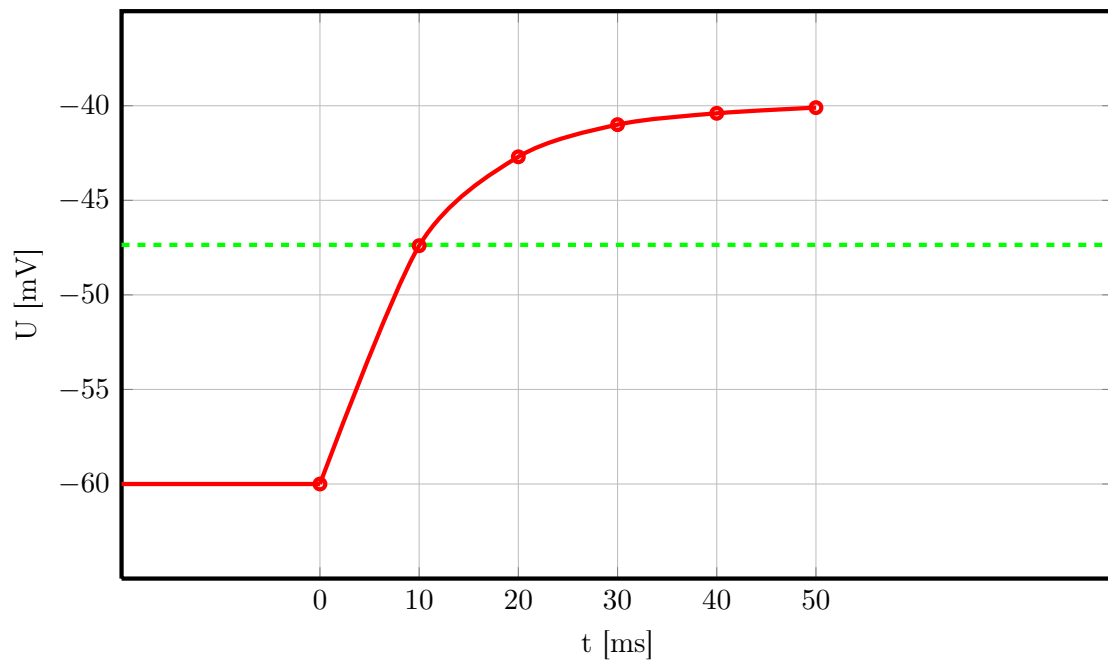


Abbildung 2: elektrischer Prozess mit Zeitparametern