**Name:** **Datum:**

## Stationenlernen Kondensator T6 - Auswertung durch Linearisierung (Entladung)

Beim Entladen eines mit der Ladung $Q_0 = 4{,}7 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{C}$ aufgeladenen Kondensators mit unbekannter Kapazität C über einen Widerstand mit $R = 100\,\mathrm{k}\Omega$ wurde die folgende Messreihe aufgenommen:

| t in s | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uc in V | 10,00 | 6,53 | 4,27 | 2,79 | 1,82 | 1,19 | 0,78 | 0,51 | 0,33 | 0,22 |
| I in A | -1,00E-04 | -6,53E-05 | -4,27E-05 | -2,79E-05 | -1,82E-05 | -1,19E-05 | -7,78E-06 | -5,09E-06 | -3,32E-06 | -2,17E-06 |

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie aus dieser Messreihe die unbekannt Kapazität C durch **Linearisieren des t – $U_C$ – Diagramms** bestimmt werden kann.

Die Theorie hat gezeigt, dass beim Entladen eines mit der Ladung $Q_0$ aufgeladenen Kondensators mit der Kapazität C über einen Widerstand R der zeitliche Verlauf $U_C(t)$ der Spannung über dem Kondensator durch die Funktion $U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$ mit $U_0 = \frac{Q_0}{C}$ und der zeitliche Verlauf $I(t)$ der Stromstärke in der Schaltung durch die Funktion $I(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$ mit $I_0 = \frac{Q_0}{RC}$ beschrieben werden kann.

Aus diesen Ergebnissen kann die Schlussfolgerungen gezogen werden, dass beide Funktionen $U_C(t)$ und $I(t)$ Exponentialfunktion sind, so dass die Methode des Linearisierens angewandt werden kann.

Wie genau die Funktion $U_C(t)$ linearisiert werden muss kann wieder nur theoretisch hergeleitet werden.

**Arbeitsauftrag:**

Vollziehe die folgenden Rechenschritte nach:

$$U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t} \qquad \left|\, : 1\mathrm{V} \right. \text{ zum Entfernen der Einheiten vor dem Logarithmieren; } \left|\, \ln \right.$$

$$\Leftrightarrow \quad \ln\left(\frac{U_C}{1\mathrm{V}}\right) = -\frac{1}{RC}t + \ln\left(\frac{U_0}{1\mathrm{V}}\right)$$

Die rechte Seite hat nun die Form einer Lineare Funktion mit der Variablen t.

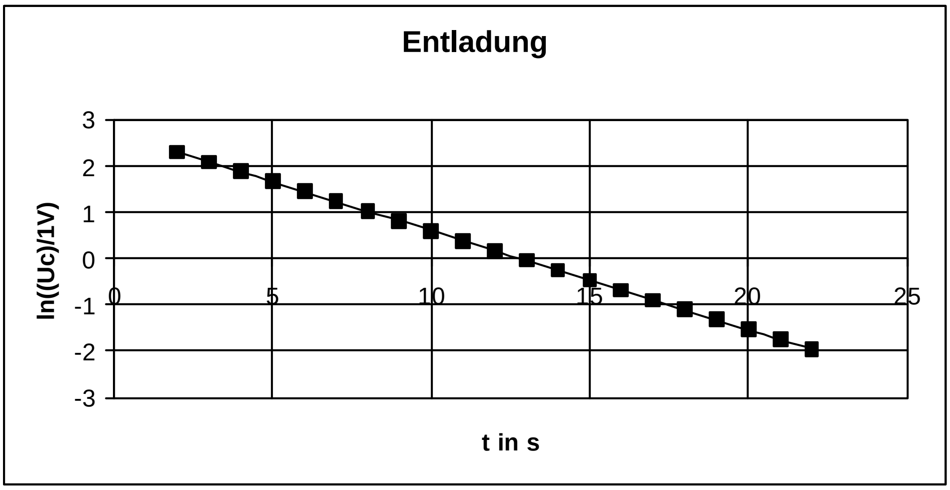
Damit ist gezeigt, dass der $t - \ln\left(\frac{U_C}{1\mathrm{V}}\right) -$ Graph eine Gerade mit der Steigung $m = -\frac{1}{RC}$ und dem y-Achsenabschnitt $n = \ln\left(\frac{U_0}{1\mathrm{V}}\right)$ ist.

Damit sind alle Voraussetzungen geschaffen, um aus der Messreihe die unbekannt Kapazität C durch Linearisieren zu bestimmt:

**1.Schritt:** Berechne zu jedem gemessenen Spannungswert $U_C$ den Wert $\ln\left(\frac{U_C}{1V}\right)$:

| t in s | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uc in V | 10,00 | 6,53 | 4,27 | 2,79 | 1,82 | 1,19 | 0,78 | 0,51 | 0,33 | 0,22 |
| $\ln\left(\frac{U_C}{1V}\right)$ | 2,30 | 1,88 | 1,45 | 1,03 | 0,60 | 0,17 | -0,25 | -0,68 | -1,10 | -1,53 |

**2. Schritt:** Fertige in einem geeigneten einen Koordinatensystem den $t - \ln\left(\frac{U_C}{1V}\right)$ – Graph an:




**3. Schritt:** Lies aus dem Graphen die Steigung m ab:

hier: $m \approx -0{,}21\frac{1}{s}$.

**4. Schritt:** Bestimme aus der abgelesenen Steigung m (hier: $m \approx -0{,}21\frac{1}{s}$) und dem Widerstand R (hier: $R = 100k\Omega$) die Kapazität C:

$$\text{Aus } m = -\frac{1}{RC} \text{ folgt } C = -\frac{1}{R \cdot m} \underset{\text{hier}}{\approx} -\frac{1}{100k\Omega \cdot (-0{,}21\frac{1}{s})} \approx 47\mu F$$

**Bemerkung:** Analog kann man auch mit der Stromstärke I vorgehen. Die Steigung $m = -\frac{1}{RC}$ ist in diesem Fall die Steigung des $t - \ln\left(\frac{-I}{1A}\right)$ – Graphen.