

# Protokoll der Physikstunde am 01.11.2001 (5. + 6. Stunde)

Kurs: Physik Leistungskurs (12)  
Protokollant: Roman Pfeifer

Kursleiter Herr Großnik

## Thema der Stunde: Auf- und Entladung des Kondensators

In den heutigen Stunden fassten wir chronologisch zusammen, was wir über die Kondensator Auf- und Entladung gelernt haben:

### 1. Einstieg:

Wir führten einen experimentellen Einstieg in dieses Thema durch, indem wir einen Kondensator auf- und entluden. Daraus erstellten wir ein Zeit-Stromstärke Diagramm.

### Ergebnis:

- Die Auf- und Entladung ist vom Widerstand des Systems und von der Kapazität des Kondensators abhängig.
- Die Graphen der Auf- und Entladung sind identisch. Lediglich die Stromstärke ist beim Entladen umgekehrt zum Aufladungsvorgang.

### 2. Physikalisches Gesetz

Der nächste Schritt, nachdem wir uns unserem Thema experimentell genähert haben, war es Gesetzmäßigkeiten zu finden, d.h. Erstellen einer Formel.

2.1: Wir begannen mit der Suche einer Formel von der Stromstärke:

$$I(t) = ?$$

Um eine Formel zu finden, muss man zuerst die Daten, die man durch ein Experiment erarbeitet hat, untersuchen. Dazu nimmt man sich z.B. 10 Werte und untersucht sie auf vorhandene Zusammenhänge: (Anti)-Proportionalität, linearer oder exponentialer Zusammenhang.

Ergebnis: Wir fanden eine Exponentialfunktion für die Aufladung:

$$I(t) = I_0 * e^{-1/(R*C) * t}$$

und für die Entladung:

$$I(t) = - I_0 * e^{-1/(R*C) * t}$$

2.2: Nun übertragen wir die Formel auf Spannung und Ladung

Ergebnis:

$$\begin{aligned}Q(t) &= Q_0 \cdot (1 - e^{-1/(R \cdot C) \cdot t}) \\U(t) &= U_0 \cdot (1 - e^{-1/(R \cdot C) \cdot t})\end{aligned}$$

Einschub:

Halbwertszeit eines Kondensators:

Die Zeit, in der ein aufgeladener Kondensator die Hälfte seiner Ladung abgibt. Dieses Abgeben erfolgt exponentiell. Weitere Beispiele sind: Radioaktivität und Licht in Wasser.

Formelsuche zum Errechnen der Halbwertszeit:

$$\begin{aligned}Q(t) &= Q_0 \cdot e^{-1/(R \cdot C) \cdot t} \\ \text{Einsetzen von } \frac{1}{2} Q_0 \text{ und } T_H: & \quad \frac{1}{2} Q_0 = Q_0 \cdot e^{-1/(R \cdot C) \cdot T_H} \\ \text{Vereinfachen:} & \quad \frac{1}{2} Q_0 = Q_0 \cdot e^{-1/(R \cdot C) \cdot T_H} \quad | : Q_0 \\ & \quad \frac{1}{2} = e^{-1/(R \cdot C) \cdot T_H} \quad | \log(e) = \ln \\ & \quad \ln(1/2) = -1/(R \cdot C) \cdot T_H \cdot \ln e \\ & \quad \ln(1/2) = 1/(R \cdot C) \cdot T_H \quad , \text{ da } \ln e = 1 \\ & \quad -R \cdot C \cdot \ln(1/2) = T_H \\ & \quad -R \cdot C \cdot (\ln 1 - \ln 2) = T_H \\ & \quad \mathbf{T_H = R \cdot C \cdot \ln 2}\end{aligned}$$

Überprüfung der Dimensionen:

$$\mathbf{T_H [s] = (R \cdot C) [s] \cdot \ln 2 [\text{dimensionslos}]}$$

Die Dimensionen stimmen überein.

3. Linearisieren der Formeln:

$$\begin{aligned}Q(t) &= Q_0 \cdot (1 - e^{-1/(R \cdot C) \cdot t}) \\U(t) &= U_0 \cdot (1 - e^{-1/(R \cdot C) \cdot t})\end{aligned}$$

Ergebnis:

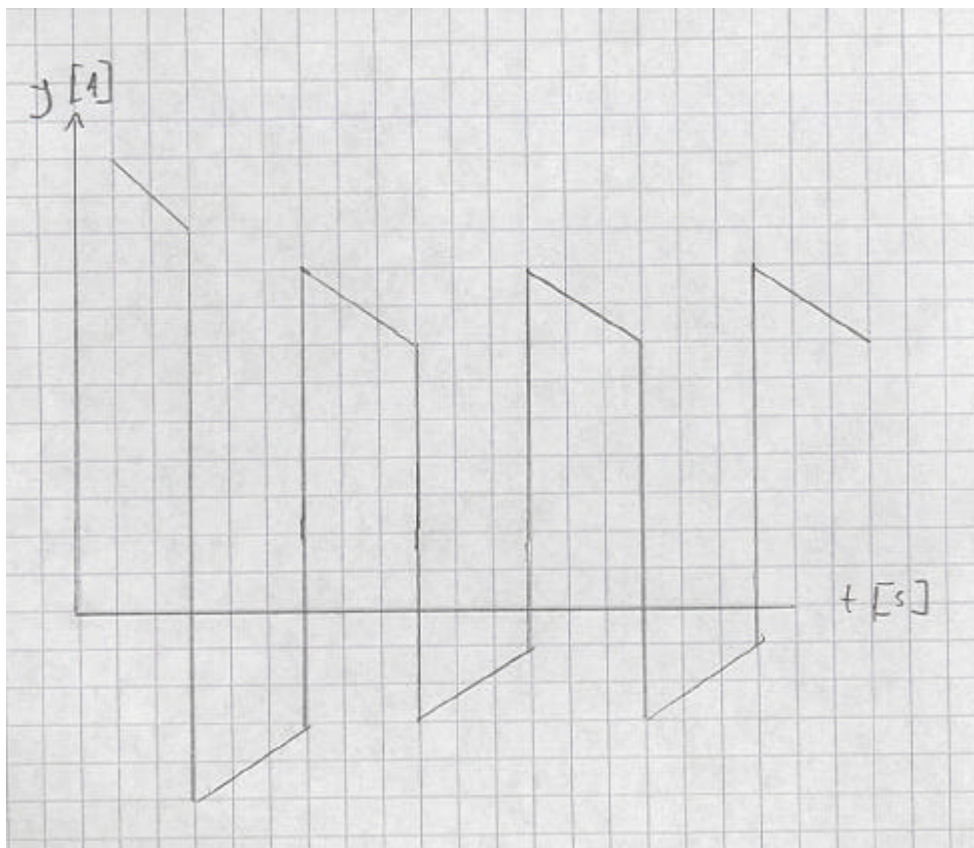
Eine Linearisierung ist nicht möglich. Wir erhalten die E-Funktion.

#### 4. Oszilloskop-Versuch:

Wir führten einen Versuch durch, bei dem wir uns am Oszilloskop U-t -und I-t-Graphen betrachteten, während wir den RC-Faktor in einem Rechteckspannungsstromkreis veränderten.

##### Ergebnis:

Da die Frequenz der Rechteckspannung sehr groß war, konnten wir am Oszilloskop nicht den Einschwingvorgang erkennen. Den Einschwingvorgang kann man an folgendem Graphen erkennen:



Am Anfang des Graphen sind die Schwingungen noch unsymmetrisch. Sie werden immer symmetrischer bis man zwischen ihnen keinen Unterschied mehr feststellen kann. Das liegt daran, dass bei der Rechteckspannung, die aus kurzen Strom- und Nichtstromphasen besteht, kein Strom mehr geliefert wird, bevor der Kondensator aufgeladen ist. Dies pendelt sich nach einiger Zeit ein.

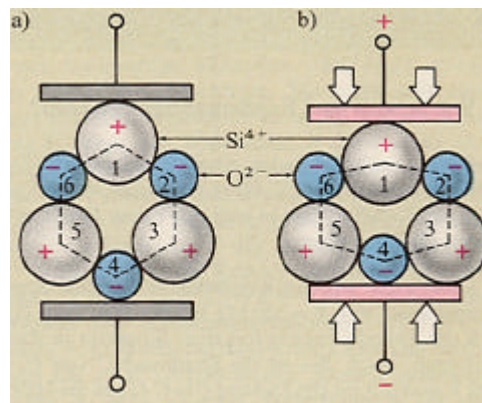
Außerdem fanden wir heraus, dass je kleiner der RC-Faktor ist, desto schneller ist der Auf- und Entladungsvorgang. Bei manchen Kondensatoren sollte man aber aufpassen, dass sie nicht zu schnell auf- und entladen werden, da sonst bleibende Schäden entstehen können.

Anschließend verglichen wir die Hausaufgaben von Montag, dem 29.10.2001, um dann über den Piezo-Effekt zu sprechen.

Wenn man einen Quarzkristall ( $\text{SiO}_2$ ) zusammendrückt, so wird seine Struktur der  $\text{O}^{2-}$  und  $\text{Si}^{4+}$  Ionen verändert. Dadurch, dass die Ionen näher an die Elektroden rücken werden Spannungen, die mehrere KV erreichen können beeinflusst. Die Brüder Jacques und Pierre Curie waren die Erfinder des Piezo-Effekts. Piezo kommt aus dem Griechischen und bedeutet „zusammendrücken“.

Das Gegenteil des Piezo-Effekts ist die Elektrostriktion. Hierbei wird eine Spannung an den Kristall angelegt. Im elektrischen Wechselfeld wird der Kristall zuerst hoch und schmal, dann breit und flach. Dies nutzt man z.B. in den sehr präzisen Quarzuhren.

- a) Elektrostriktion
- b) Piezo-Effekt



### Versuch:

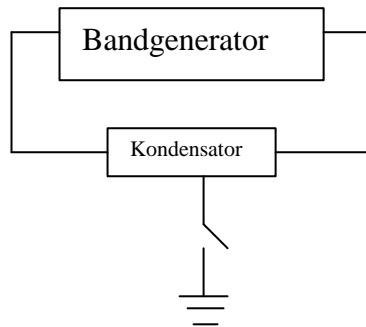
Wir schalteten ein Voltmeter parallel über einen Piezoknopf und drückten diesen. Der Zeiger des Voltmeter schlug aus. Dieser Versuch wies uns nach, dass der Piezo-Effekt eine Spannung beeinflusst.

## Versuch 2:

### Materialien:

- Bandgenerator
- Schalter
- Blockkondensator

### Skizze:



### Durchführung:

Wir bauten den Versuch gemäß der Skizze auf und schalteten den Bandgenerator, der eine konstant steigende Spannung liefert an. Nach einiger Zeit nahmen wir den Bandgenerator aus dem Stromkreis heraus und schlossen den Schalter.

### Beobachtung:

Kurz bevor der Schalter geschlossen ist springt ein Funke über.

### Erklärung:

Der Bandgenerator lädt den Kondensator auf. Da wir keinen Widerstand (außer den Widerstand der Leiter) im System haben, geschieht dies relativ schnell. Beim schließen des Schalters springt der Funke über und der Kondensator wird plötzlich Entladen.

### Hausaufgaben:

Als Hausaufgabe sollten wir die Seiten 44/45 lesen und die Aufgaben 1 und 2 auf Seite 45 lösen.