

# VERSUCHSBERICHT ZU

## A2 - FRANCK-HERTZ-VERSUCH

Gruppe 14Mo

Alexander Neuwirth (E-Mail: a\_neuw01@wwu.de)  
Leonhard Segger (E-Mail: l\_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 30.04.2018  
betreut von  
Fabian Schöttke

5. Mai 2018

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Kurzfassung</b>  | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Methoden</b>   | <b>3</b> |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse und Diskussion</b>  | <b>4</b> |
| 3.1      | Beobachtung . . . . .   | 4        |
| 3.2      | Datenanalyse . . . . .  | 4        |
| 3.2.1    | Unsicherheiten . . . . .  | 4        |
| 3.2.2    | Quecksilber-Charakteristik . . . . .  | 5        |
| 3.2.3    | Neon-Charakteristik . . . . .   | 5        |
| 3.2.4    | Bestimmen von Anregungsenergie, Wellenlänge und Frequenz der<br>Strahlung . . . . . | 6        |
| 3.3      | Diskussion . . . . .  | 7        |
| <b>4</b> | <b>Schlussfolgerung</b>   | <b>7</b> |

# 1 Kurzfassung

## 2 Methoden

Untersucht wurde eine Franck-Hertz-Röhre mit Quecksilberfüllung und eine mit Neonfüllung. Diese wurden, wie in Abb. 1 dargestellt, verschaltet. Die Quecksilberfüllung befand sich in einem Ofen, der sie auf bis zu  $300^\circ\text{C}$  aufheizen kann. Der Anodenstrom ist sehr klein, weshalb er vom Betriebsgerät in eine Spannung  $U_A$  umgewandelt wurde, die zum Anodenstrom proportional ist.

Zunächst wurde die  $I_A/U_B$ -Charakteristik der Röhre mit Quecksilberfüllung bei Zimmertemperatur aufgenommen. Dazu wurde die Beschleunigungsspannung  $U_B$  langsam erhöht und diese sowie die Spannung  $U_A$  gemessen.

Im Anschluss wurde der Ofen auf ca.  $180^\circ\text{C}$  erhitzt. Dann wurde das Betriebsgerät so eingestellt, dass es eine Dreiecksspannung mit einer Frequenz von  $60\text{ Hz}$  als Beschleunigungsspannung ausgibt. Der resultierende Anodenstrom wurde zunächst mit einem Oszilloskop betrachtet und Bremsspannung  $U_B$  und Heizstrom  $I_H$  so eingestellt, dass sich mindestens drei Minima der Franck-Hertz-Kurve ablesen ließen. Dann wurde mithilfe manueller Regelung der Beschleunigungsspannung die  $I_A/U_B$ -Charakteristik wie zuvor aufgenommen und die Temperatur im Ofen gemessen.

Analog wurde die Neon-Röhre bei Raumtemperatur untersucht, wobei hier zusätzlich ein Steuergitter (mit Spannung  $U_S$ ) verwendet wurde, um störende Einflüsse durch Abstoßung der Elektronen untereinander zu verringern.

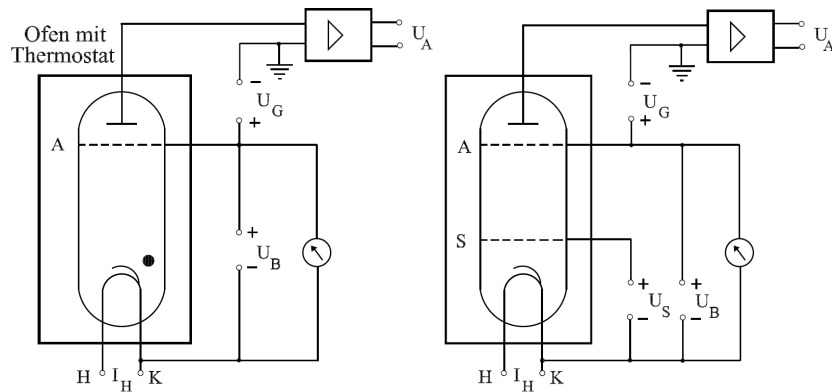


Abbildung 1: Schaltungen der Franck-Hertz-Röhren mit Quecksilber (links) und Neon (rechts).[2]

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Beobachtung

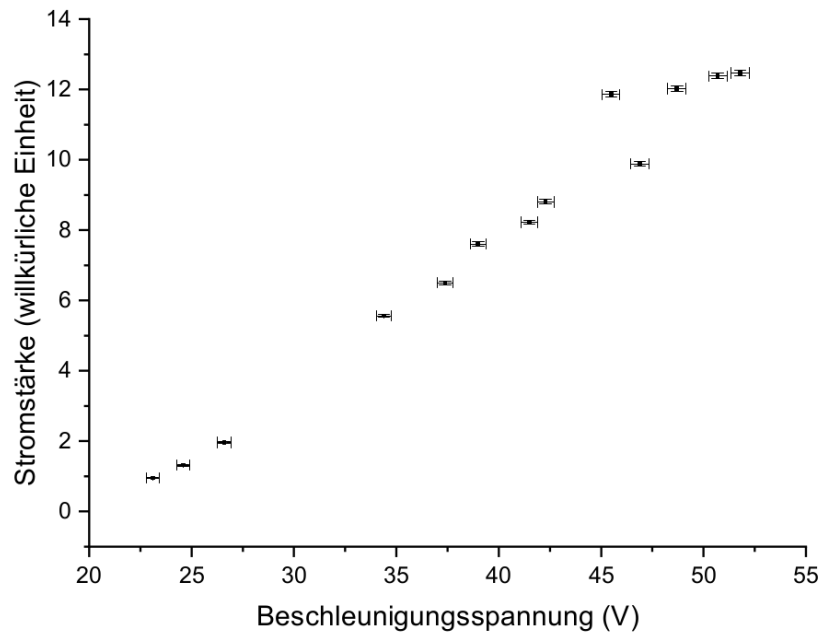


Abbildung 2: Aufgenommene Quecksilber-Charakteristik bei  $T=(19,0 \pm 1,5)^\circ\text{C}$ . Die Stromstärke wurde mit einem Operationsverstärker in eine messbare Spannung umgewandelt.

### 3.2 Datenanalyse

#### 3.2.1 Unsicherheiten

Die Unsicherheit des Voltmeters beträgt  $\pm(0,5\% + 200\text{ mV})$  für die Beschleunigungsspannung und  $\pm(0,5\% + 20\text{ mV})$  für die gemessene Spannung (0,5% vom angezeigten Wert).[4] Die Unsicherheit des Operationsverstärker wird als vernachlässigbar gering angenommen.

Die Unsicherheit des Thermometers vom Typ K ist  $1,5^\circ\text{C}$  in dem gemessenen Temperaturintervall.[1] Zusätzlich ist die Temperatur nicht überall im Heizkasten gleich und schwankte beim Aufnehmen der Quecksilber-Charakteristik von  $165$  bis  $180^\circ\text{C}$ , deshalb wählen wir für diese Messung die Unsicherheit von  $7^\circ\text{C}$ .

Beim Bestimmen der Beschleunigungsspannung an Extremstellen setzt sich die Unsicherheit aus dem Verlauf der Kurve und dem Abstand zum nächsten Messpunkt zusammen.

### 3.2.2 Quecksilber-Charakteristik

In Abb. 3 ist die  $I_A/U_B$ -Charakteristik des Quecksilbers bei  $T=(175 \pm 7)^\circ\text{C}$  dargestellt. Daraus lassen sich folgende Abstände ablesen:

- Maxima:

$$\Delta U_1 = (27,1 \pm 0,3) \text{ V} - (21,0 \pm 0,1) \text{ V} = (6,1 \pm 0,3) \text{ V}$$

- Minima

$$\Delta U_2 = (29,4 \pm 0,2) \text{ V} - (24,1 \pm 0,2) \text{ V} = (5,3 \pm 0,3) \text{ V}$$

$$\Delta U_3 = (24,1 \pm 0,2) \text{ V} - (18,0 \pm 0,5) \text{ V} = (6,1 \pm 0,5) \text{ V}$$

Im Mittel ergibt sich ein  $\Delta U_{\text{Hg}}$  von  $(5,8 \pm 0,2) \text{ V}$ .

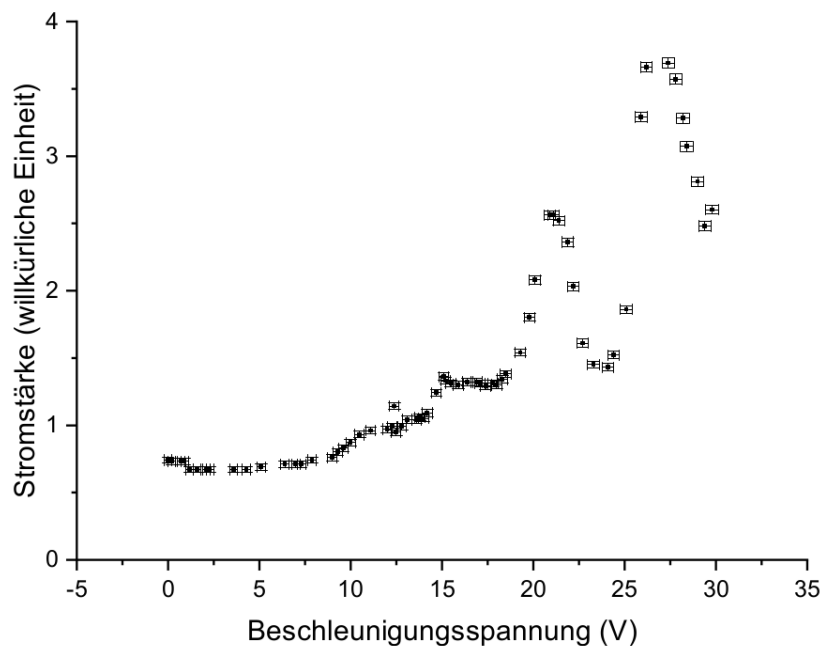


Abbildung 3: Aufgenommene Quecksilber-Charakteristik bei  $T=(175 \pm 7)^\circ\text{C}$ . Die Stromstärke wurde mit einem Operationsverstärker in eine messbare Spannung umgewandelt.

### 3.2.3 Neon-Charakteristik

In Abb. 4 ist die  $I_A/U_B$ -Charakteristik des Neons bei  $T=(19,0 \pm 1,5)^\circ\text{C}$  dargestellt. Daraus lassen sich folgende Abstände ablesen:

- Maxima:

$$\Delta U_1 = (38,8 \pm 0,2) \text{ V} - (20,8 \pm 0,4) \text{ V} = (18,0 \pm 0,4) \text{ V}$$

$$\Delta U_2 = (57,2 \pm 0,2) \text{ V} - (38,8 \pm 0,2) \text{ V} = (18,4 \pm 0,3) \text{ V}$$

- Minima

$$\Delta U_3 = (44,9 \pm 0,5) \text{ V} - (27,5 \pm 0,3) \text{ V} = (17,4 \pm 0,6) \text{ V}$$

$$\Delta U_4 = (62,9 \pm 0,5) \text{ V} - (45,5 \pm 0,4) \text{ V} = (18,0 \pm 0,7) \text{ V}$$

Im Mittel ergibt sich ein  $\Delta U_{\text{Ne}}$  von  $(17,9 \pm 0,3) \text{ V}$ .

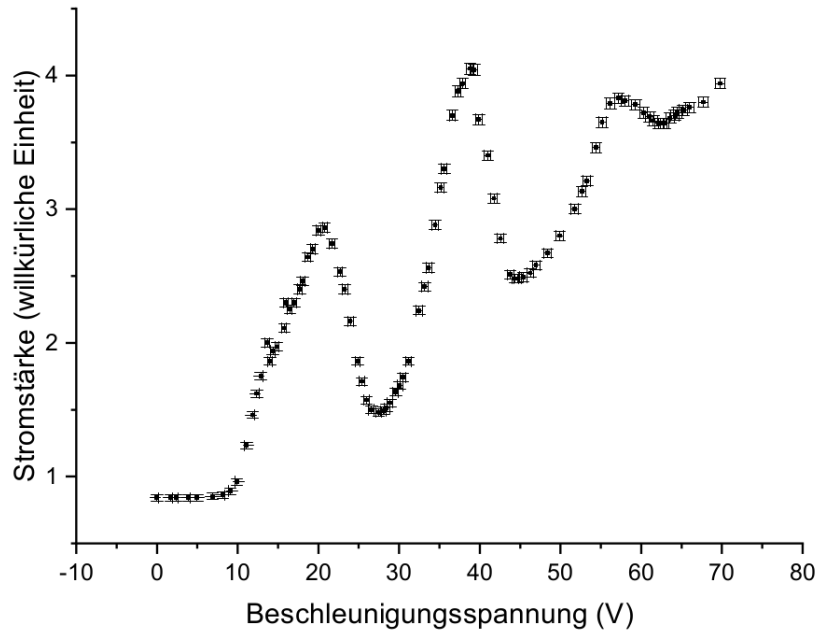


Abbildung 4: Aufgenommene Neon-Charakteristik bei  $T=(19,0 \pm 1,5)^\circ\text{C}$ . Die Stromstärke wurde mit einem Operationsverstärker in eine messbare Spannung umgewandelt.

### 3.2.4 Bestimmen von Anregungsenergie, Wellenlänge und Frequenz der Strahlung

Aus den Spannungen lässt sich die kinetische Energie eines Elektrons bestimmen, die notwendig ist um den Resonanzzustand des Atoms anzuregen. Sie beträgt  $\Delta E = \Delta U e$ . Die Frequenz folgt aus  $\vartheta = \Delta E/h$  und die Wellenlänge aus  $\lambda = c/\vartheta$ . [3] Die jeweiligen Werte sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1

|             | $\Delta U$                 | $\Delta E$                  | $\vartheta$                 | $\lambda$                    |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Quecksilber | $(5,8 \pm 0,2) \text{ V}$  | $(5,8 \pm 0,2) \text{ eV}$  | $(1402 \pm 48) \text{ THz}$ | $(214,0 \pm 6,3) \text{ nm}$ |
| Neon        | $(17,9 \pm 0,3) \text{ V}$ | $(17,9 \pm 0,3) \text{ eV}$ | $(4328 \pm 73) \text{ THz}$ | $(69,3 \pm 1,2) \text{ nm}$  |

### 3.3 Diskussion

## 4 Schlussfolgerung

### Literatur

- [1] R. Hörnemann GmbH. *DIN-Toleranzen für Thermopaare und Termoleitungen*. URL: [http://www.hoernemann-rh.de/technik\\_details.asp?technikid=3](http://www.hoernemann-rh.de/technik_details.asp?technikid=3) (besucht am 05.05.2018).
- [2] WWU Münster. *Franck-Hertz-Versuch Einführung*. URL: [https://sso.uni-muenster.de/LearnWeb/learnweb2/pluginfile.php/1334783/mod\\_resource/content/1/Franck-Hertz-Versuch\\_Einf.pdf](https://sso.uni-muenster.de/LearnWeb/learnweb2/pluginfile.php/1334783/mod_resource/content/1/Franck-Hertz-Versuch_Einf.pdf) (besucht am 04.05.2018).
- [3] NIST. *NIST Reference on Constants, Units and Uncertainty*. URL: <https://physics.nist.gov/cuu/index.html> (besucht am 05.05.2018).
- [4] FH-Pforzheim. *Infoblatt Digitalmultimeter*. URL: [http://eitidaten.fh-pforzheim.de/daten/labore/ellt/unterlagen\\_webseite/von\\_becker/Infoblatt\\_DigMM.pdf](http://eitidaten.fh-pforzheim.de/daten/labore/ellt/unterlagen_webseite/von_becker/Infoblatt_DigMM.pdf) (besucht am 05.05.2018).