

Prak.: P2 Semester: SS20 Wochentag: B Gruppennr.: 12

Name: Hohenstein Vorname: Michael

Name: Michel Vorname: Alexis

Emailadresse(n): alexis.michel@gmx.de, michael.hohenstein@gmx.de

Versuch: Franck-Hertz-Versuch (P2-53, 54, 55) Fehlerrech.: Nein

Betreuer: Sebastian Koch Durchgeführt am: 07.08.202

Wird vom Betreuer ausgefüllt.

1. Abgabe am: \_\_\_\_\_

Rückgabe am: \_\_\_\_\_ Begründung:

2. Abgabe am: \_\_\_\_\_

Ergebnis: + / 0 / - Fehlerrechnung: Ja / Nein

Datum: \_\_\_\_\_ Handzeichen: \_\_\_\_\_

Bemerkungen:



# Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Quecksilber-Franck-Hertz-Röhre</b>	<b>2</b>
1.1	Aufbau der Frank-Hertz-Röhre . . . . .	2
1.2	Messen der Energie für die niedrigste beobachtbare Anregung von Quecksilber	3
1.3	Bestätigung des Raumladungsgesetzes . . . . .	5
1.4	ionisierungsarbeit von Quecksilber . . . . .	7
1.4.1	Messen des Anodenstroms in Abhängigkeit von der Anodenspannung	7
1.4.2	oszillographische Darstellung des Auffängerstroms . . . . .	8
1.5	Emissionslinien bei brennender Gasentladung . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Anregung von Quecksilber</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Anregung von Neon durch Elektronenstoß</b>	<b>13</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>15</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Aufbau Frank-Hertz-Röhre, Skizze aus der Vorbereitungshilfe . . . . .	2
1.2	Messwerte unterschiedliche Temperaturen . . . . .	4
1.3	Abstandsgesetz Regression . . . . .	6
1.4	Messwerte Anodenstrom für unterschiedliche Anodenspannungen . . . . .	7
1.5	Messwerte Spannung am Auffängerwiderstand für unterschiedliche Beschleunigungsspannungen . . . . .	8
1.6	Foto der Spektrallinien von Quecksilber . . . . .	9
2.1	Franck-Hertz-Kurve höherer Anregungen mit lokalen Maxima . . . . .	11
3.1	Franck-Hertz-Kurve von Neon, 1 Kasten sind 10V . . . . .	13

# Tabellenverzeichnis

1.1	Spannugen für unterschiedliche Betriebstemperaturen . . . . .	3
1.2	Spannugen für unterschiedliche Betriebstemperaturen . . . . .	4
1.3	Betriebsparameter Franck-Hertz-Röhre . . . . .	5
1.4	Messwerte Raumladungsgesetz . . . . .	6
2.1	lokale Maxima der Franck-Hertz-Kurve . . . . .	10

# 0. Einführung

Mit dem „Franck-Hertz-Versuch“ wird ein Versuch bezeichnet, dessen Absicht es war, die diskreten Energieniveaus von Atomen nachzuweisen. Diese wurden zuvor in den Borschen Postulaten formuliert. Bei diesem Versuch wird eine evakuierte, mit Quecksilber-Dampf gefüllte Franck-Hertz-Röhre erhitzt, sodass das sich darin befindende Quecksilber in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht. Daraufhin werden Elektronen durch diese Röhre beschleunigt. Eine genauere Beschreibung des Aufbaus der Röhre ist in Abschnitt 1.1 zu finden. Während dem Versuch wird gemessen, wie viele Elektronen nach dem Durchqueren der Röhre an einem Empfänger ankommen. Dabei stoßen diese auf ihrem Weg dorthin mit den Quecksilber-Atomen zusammen. Inelastische Stöße regen die Elektronen in den Quecksilber-Atomen an und ionisieren diese oder führen zur Abgaben von Energiequanten, während elastische Stöße ohne großen Energieverlust erfolgen. Mit diesem Versuch kann die Energie für eine Anregung oder die Ionisierung von Quecksilber-Atomen bestimmt werden. Weiterhin eignet sich der Franck-Hertz-Versuch zur Bestätigung des Raumladungsgesetzes.

# 1. Quecksilber-Franck-Hertz-Röhre

## 1.1 Aufbau der Frank-Hertz-Röhre

Der Aufbau einer Frank-Hertz-Röhre wird in Abbildung 1.1 dargestellt. Für den Betrieb wird an der Glühkathode (K) eine Heizspannung  $U_f$  angelegt, wodurch Elektronen emittiert werden. Die Elektronen passieren in Richtung des Auffängers (A) zwei Gitter (G1 und G2), deren elektrisches Potential durch die Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  geregelt wird. Bei G1 handelt es sich um ein grobmaschiges Gitter mit einem Kathodenabstand von ca. 0,5 mm, welches die Raumladung in der Umgebung der Kathode denkt, wodurch von dieser mehr Elektronen emittiert werden. Die Beschleunigung der Elektronen erfolgt durch Gitter G2, welches ein feinmaschiges Gitter mit Kathodenabstand von 6 mm ist. Letztendlich wird der Auffänger mit der Spannung  $U_3$  auf ein elektrisches Potential gelegt, wodurch nur Elektronen am Auffänger detektiert werden können, die über eine kinetische Mindestenergie verfügen. Der Auffängerstrom wird mithilfe eines Verstärkers gemessen. Die Versuchsgeschichte sind darauf ausgelegt, die zur Durchführung benötigten Spannungen zu generieren und verfügen weiterhin über elektronische Spannungsmessgeräte. Einzig die Heizspannung wird extern geregelt und über ein Multimeter-Messgerät im Betrieb zur Spannungsmessung betrieben.

Das Innere der Röhre wird über einen Heizofen erwärmt. Die dazu benötigte Vorrichtung ist in der Röhre platziert und mit dem Kontroll-Geräten für diese Röhre verbunden, sodass eine Temperaturregelung darin integriert ist. In der Röhre befindet sich Quecksilber.

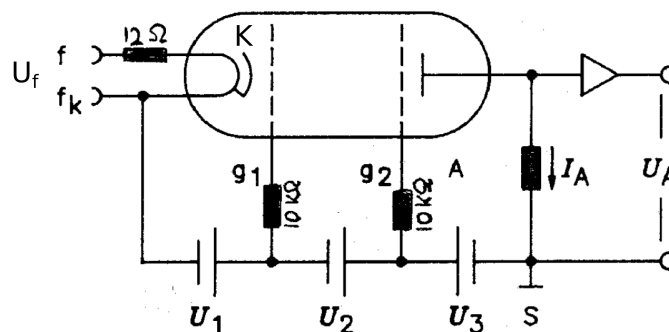


Abbildung 1.1: Aufbau Frank-Hertz-Röhre, Skizze aus der Vorbereitungshilfe

Zur Durchführung der Versuche konnten die Spannungen  $U_1$ ,  $U_3$  und  $U_f$  moduliert werden. Die Spannung  $U_2$  wurde je nach Versuchsteil manuell eingestellt oder an einen Generator für oszillierende Sägezahn-Spannungen gehängt. Weiterhin konnte  $U_2$  auch einmal einen linearen Anstieg von 0 V bis 32 V ausführen.

## 1.2 Messen der Energie für die niedrigste beobachtbare Anregung von Quecksilber

Bei diesem Versuchsteil wurde die Frank-Hertz-Röhre mit einer Heizspannung aufgewärmt, während der Innenraum der Röhre erwärmt wurde. Für vier unterschiedliche Innenraumtemperaturen wurden die Spannungen  $U_1$  und  $U_3$  so gewählt, dass für einen linearen Anstieg für  $U_2$  ein gut erkennbares Bild mit deutlich sichtbaren Peaks für eine Messung des Auffängerstroms mit einem Oszillographen entstanden. Die aufgenommenen Messwerte sind in Abbildung 1.2 zu sehen. Die für die unterschiedlichen Betriebstemperaturen der Franck-Hertz-Röhre verwendeten Spannungen sind Tabelle 1.1 zu entnehmen.

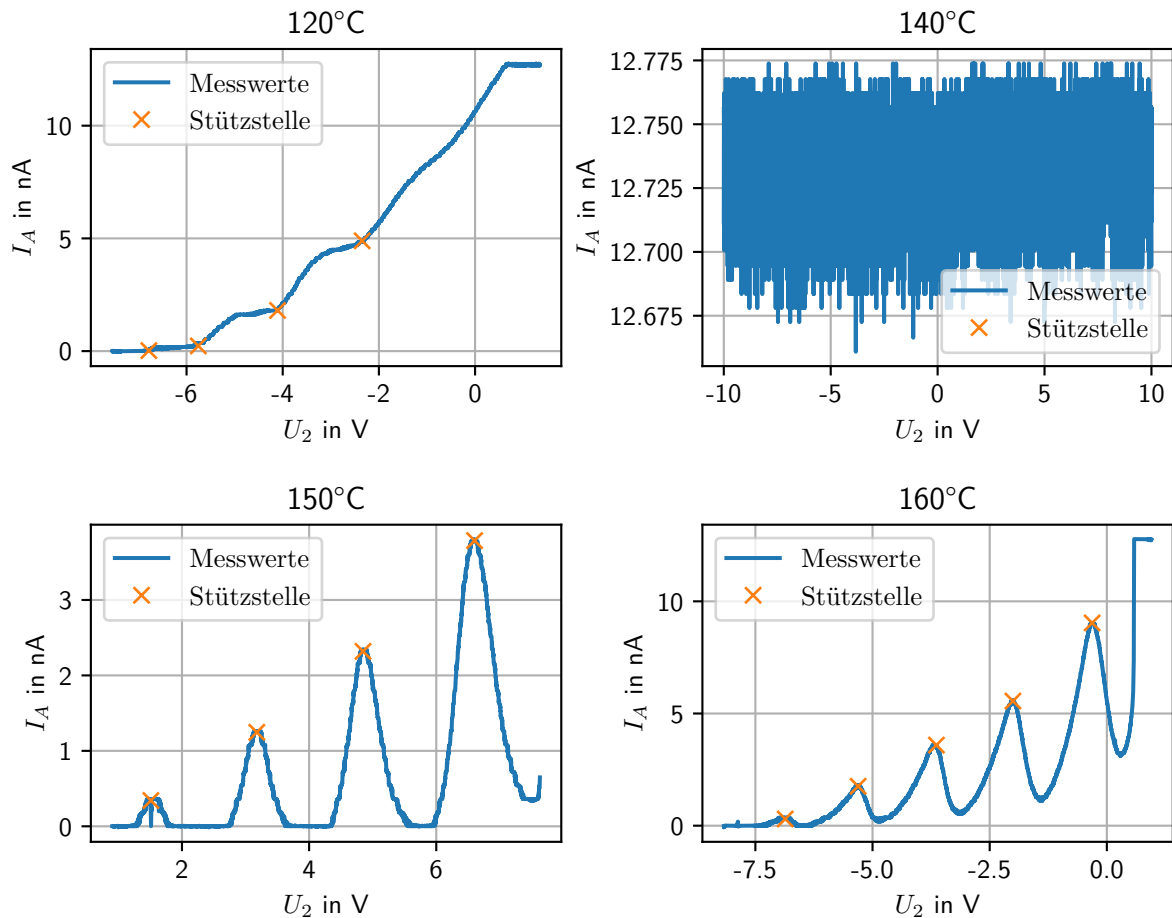
Die regelbaren Spannungen mussten je nach Betriebstemperatur angepasst werden, um gut erkennbare Peaks in den Messwerten zu erhalten. Durch die Heizspannung  $U_f$  und die Spannung  $U_1$  wird die Raumladungsdichte in der Umgebung der Glühkathode variiert. Steigt diese zu weit an, kommt es zu Gasentladungen und fällt diese zu weit ab, kann kein aussagekräftiger Auffängerstrom beobachtet werden.  $U_3$  senkt die Intensität der beobachtbaren Maxima. mit steigender Beschleunigungsspannung  $U_2$  steigt auch der gemessene Auffängerstrom, da die Elektronen über mehr kinetische Energie verfügen und somit das Feld von  $G_2$  überwinden können.

In Abbildung 1.2 ist zu erkennen, dass für eine Temperatur von  $140^\circ\text{C}$  nur Rauschen zu erkennen ist. Dies liegt daran, dass beim Speichern der Messwerte in einer CSV-Datei ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Fehler ist erst nach Abschluss des Versuches und Beginn der Durchführung aufgefallen, weshalb diese Messung nicht zeitnah wiederholt werden konnte. Die Messwerte sind somit verloren. Aus diesem Grund kann für eine Temperatur von  $140^\circ\text{C}$  keine Auswertung gemacht werden.

Weiterhin ist zu erkennen, dass die Messwerte bei einer Temperatur von  $120^\circ\text{C}$  keine deutlich erkennbaren Peaks aufweisen wie bei den verbliebenen zwei Kurven. Trotz mehrerer aufwendiger Versuche, die Spannungen gut einzustellen, konnten keine besseren Messwerte generiert werden. Stattdessen wurden zur Analyse nicht die Abstände der Peaks, sondern die Abstände der Stellen mit rapidem Anstieg verwendet.

**Tabelle 1.1:** Spannungen für unterschiedliche Betriebstemperaturen

Temperatur in $^\circ\text{C}$	$U_1$ in V	$U_3$	$U_f$
160	3,81	0,46	6,08
150	3,81	2,56	5,02
140	2,67	2,59	5,00
120	2,45	2,45	3,02



**Abbildung 1.2:** Messwerte unterschiedliche Temperaturen

In den in Abbildung 1.2 dargestellten Kurven wurden die Peaks, bzw. bei der Kurve für die Betriebstemperatur von 120°C die Stellen mit sprunghaftem Anstieg verwendet. Weiterhin werden die Abstände dieser Stützstellen für eine weitere Analyse herangezogen. Darüber lassen sich die mittlere benötigte Energie  $E_H$  für die niedrigste Anregung von Quecksilberatomen und die Kontaktspannung  $U_K$  bestimmen. Die Kontaktspannung baut gegenüber der Spannung  $U_2$  eine veränderte Beschleunigungsspannung auf. In Tabelle 1.2 sind die mit dem Python-Skript bestimmten Mittelwerte für die Spannungsdifferenzen  $\Delta U = U_1 + \Delta U_2$  der Stützstellen zu finden. Die Kontaktspannung berechnet sich aus der Differenz der der Spannung am ersten Peak ( $U_1$ ) und der Spannungsdifferenz zweier Peaks ( $\Delta U$ ). Diese wurde ebenso in Tabelle 1.2 eingetragen.

**Tabelle 1.2:** Spannungen für unterschiedliche Betriebstemperaturen

Temperatur in °C	Mittelwert $\Delta U$ in V	$U_K$ in V
160	4,08	-1,285
150	5,485	-0,8
140	-	-
120	5,3	-1,821



Die Energie für die niedrigste beobachtbare Anregung beträgt also

$$E_{Hg} = \langle \Delta U \rangle \cdot e = 4,955 \text{ eV} . \quad (1.1)$$

Der Literaturwert liegt laut [1] bei  $E_{Hg} = 4,89 \text{ eV}$ . Der berechnete Wert weist davon eine kleine Abweichung von 1,3 % auf. Die gemittelte Kontaktspannung beträgt  $-1,102 \text{ V}$ .

Aus der Messung lässt sich ablesen, dass die Elektronen erst bei einer Beschleunigungsspannung von 4,955 V mit den Atomen beinahe ausschließlich elastisch (inelastische Kollisionen lassen sich nicht ganz ausschließen) zusammenstoßen und dabei nahezu keine Energie übertragen wird. Wird diese Schwelle überschritten, so regen die beschleunigten Elektronen die Atome an. Der Auffängerstrom, welcher während der Versuchsdurchführung gemessen wird, sinkt, da den Elektronen ausreichend Energie fehlt, um das Gegenfeld zu durchqueren. Mit steigender Beschleunigungsspannung nimmt auch die kinetische Energie der Elektronen zu, wodurch auch die Wahrscheinlichkeit für inelastische Stöße steigt bis das doppelte der niedrigsten Anregungsenergie erreicht ist und die Elektronen wegen der Anregung der Atome nicht mehr genügend Energie haben um das Gegenfeld zu durchqueren. Dadurch sinkt der Auffängerstrom wieder. Dieser Vorgang ist für Vielfache der kleinsten Anregungsenergie wiederholbar. Daraus lässt sich herleiten, dass die Energieaufnahme und -abgabe in Atomen in diskreten Energiepaketen, den Energiequanten, erfolgt.

### 1.3 Bestätigung des Raumladungsgesetzes

Das Raumladungsgesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Spannung und der Stromstärke einer evakuierten Zweielektrodenanordnung bei einer Glühkathode in raumladungsbegrenztem Betrieb. Der Zusammenhang zwischen Anodenspannung und Anodenstrom lässt sich als

$$I = k \cdot U^{\frac{3}{2}} \quad (1.2)$$

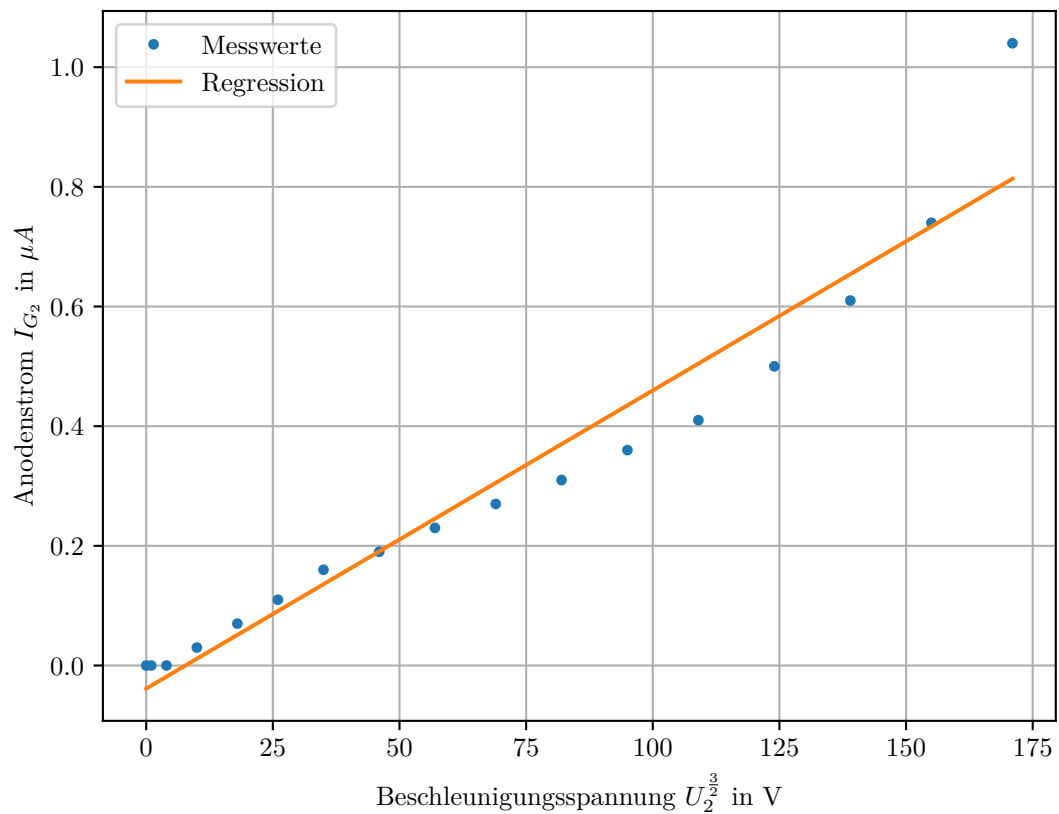
formulieren mit der Raumladungskonstante oder Perveanz  $k$ , bei der es sich um eine von der Geometrie der Franck-Hertz-Röhre abhängige Konstante handelt. Um die Proportionalität mit  $U^{\frac{3}{2}}$  zu bestätigen, wird der Anodenstrom in Abhängigkeit der Beschleunigungsspannung gemessen. Dabei wurde die Röhre unter den in Tabelle 1.3 aufgelisteten Parametern betrieben. Die Beschleunigungsspannung wurde manuell von 0 V bis 30 V hoch geregelt. Die dabei aufgenommenen Messwerte sind Tabelle 1.4 zu entnehmen. Diese Messwerte wurden in Abbildung 1.3 grafisch aufbereitet und einer Regression unterzogen. Die Grafik zeigt keine Franck-Hertz-Kurve, da kein Gegenfeld  $G_2$  vorhanden ist und die Elektronen über das Amperemeter abgeführt werden, was in einem kontinuierlichem Stromfluss resultiert. Dass die Regression mit einer Geraden in Abbildung 1.3 gut verlief, während auf der X-Achse die Spannung mit der Potenz  $\frac{3}{2}$  aufgetragen wurde, bestätigt die Richtigkeit von Gleichung 1.2.

**Tabelle 1.3:** Betriebsparameter Franck-Hertz-Röhre

Temperatur in °C	$U_1$ in V	$U_3$	$U_f$
150	2,68	2,57	5,00

**Tabelle 1.4:** Messwerte Raumladungsgesetz

Spannung in V	Strom in $\mu\text{A}$
0	0
2	0
4	0
6	0,03
8	0,07
10	0,11
12	0,16
14	0,19
16	0,23
18	0,27
20	0,31
22	0,36
24	0,41
26	0,50
28	0,61
30	0,74
32	1,04

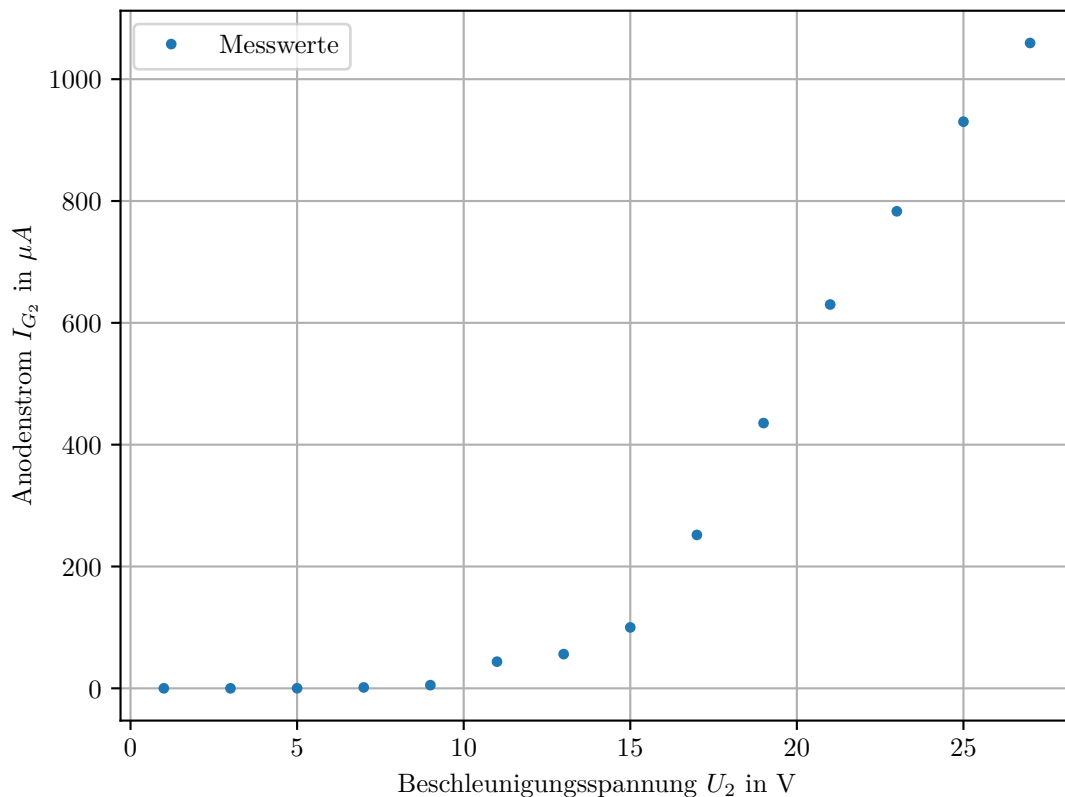
**Abbildung 1.3:** Abstandsgesetz Regression

## 1.4 ionisierungsarbeit von Quecksilber

Um die Ionisierungsarbeit von Quecksilber zu bestimmen benötigen die Elektronen ausreichend Energie. Dazu werden die Gitter  $G_1$  und  $G_2$  an dasselbe elektrische Potential angeschlossen. Folglich soll die Ionisierungsarbeit von Quecksilber auf zwei unterschiedliche Arten bestimmt werden.

### 1.4.1 Messen des Anodenstroms in Abhängigkeit von der Anodenspannung

Die Ionisierungsarbeit von Quecksilber lässt sich durch den Anodenstrom  $I_{G_2}$  in Abhängigkeit der Spannung  $U_2$  bestimmen. Dazu muss die Spannung  $U_2$  um die Kontaktspannung  $U_K$  korrigiert werden. Die Gegenspannung  $U_3$  wird komplett ausgeschaltet und die Heizspannung  $U_f$  wird auf 5 V eingestellt. Während der Durchführung des Versuches befand sich die Röhre bei einer Betriebstemperatur von 120 °C. Für unterschiedliche Beschleunigungsspannungen mit einer Variation von 2 V wird der Anodenstrom mit einem Multimeter gemessen. Die Messwerte wurden in Abbildung 1.4 dargestellt.



**Abbildung 1.4:** Messwerte Anodenstrom für unterschiedliche Anodenspannungen

In Abbildung 1.4 ist zu erkennen, dass die Messwerte sich zuerst nahe 0 A aufhalten und dann sprunghaft ansteigen. Aus den Messdaten lässt sich abschätzen, wo dieser Sprung anfängt. Dieser findet in der Nähe der Beschleunigungsspannung von  $U_2 = 10$  V statt. Die Ionisierungsarbeit von Quecksilber beträgt demnach

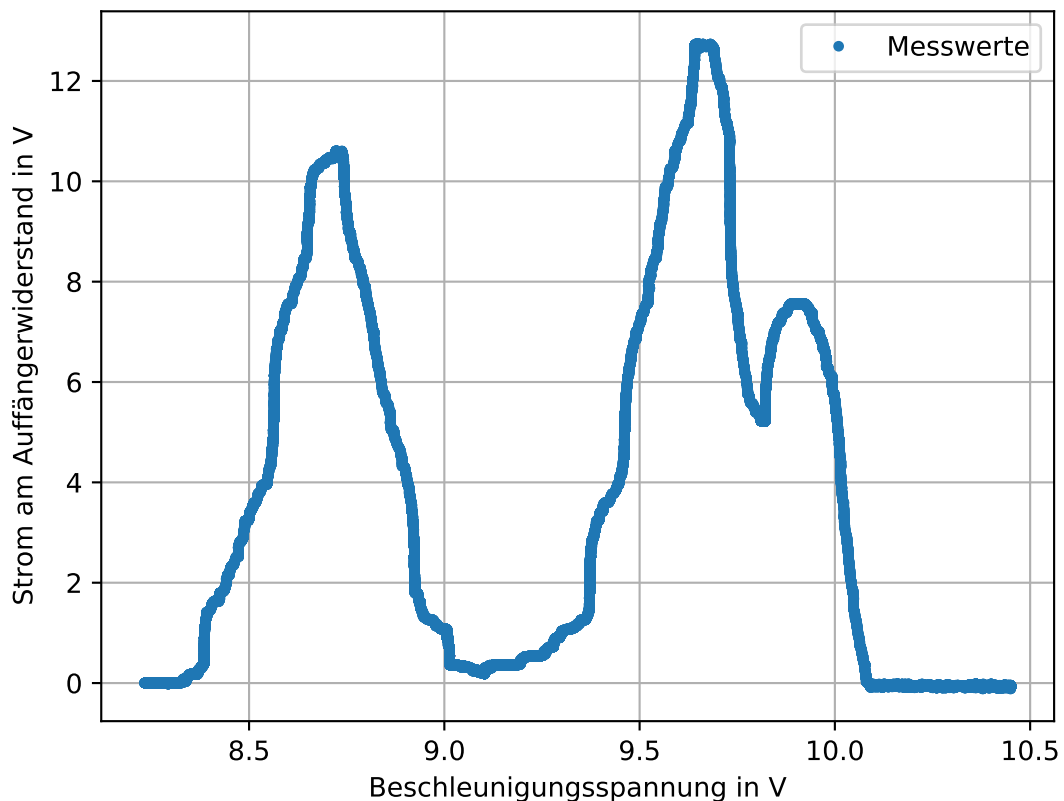
$$W = 10 \text{ eV} . \quad (1.3)$$

Ein Vergleich mit dem Literaturwert von 10,44 eV aus [Wik20b] offenbart eine Abweichung von 24 %. Diese Abweichung lässt sich dadurch erklären, dass die Spannung, ab welcher

der sprunghafte Anstieg stattfindet, aus Abbildung 1.4 abgeschätzt werden muss. Eine höhere Auflösung der Messwerte bei einer Spannung von  $U_2 = 10\text{ V}$  kann ein genaueres Ergebnis liefern.

### 1.4.2 oszillographische Darstellung des Auffängerstroms

Bei dieser Methode wird die Ionisierungsarbeit von Quecksilber über die Spannung  $U_A$  am Auffängerwiderstand in Abhängigkeit von der Spannung  $U_2$  bestimmt.  $U_A$  ist proportional zum Anodenstrom. Auch hier muss eine Korrektur um die Kontaktspannung durchgeführt werden. Die Röhre wird bei einer Temperatur von  $120^\circ\text{C}$  betrieben. Dabei wird eine Heizspannung von  $U_F = 3,13\text{ V}$  verwendet. Die Spannung  $U_3$  wird auf einen Wert von  $2,57\text{ V}$  eingestellt. Mit dem Oszilloskop wurde für unterschiedliche Beschleunigungsspannungen  $U_2$  die Spannung  $U_A$  aufgenommen. Die Messwerte wurden in Abbildung



**Abbildung 1.5:** Messwerte Spannung am Auffängerwiderstand für unterschiedliche Beschleunigungsspannungen

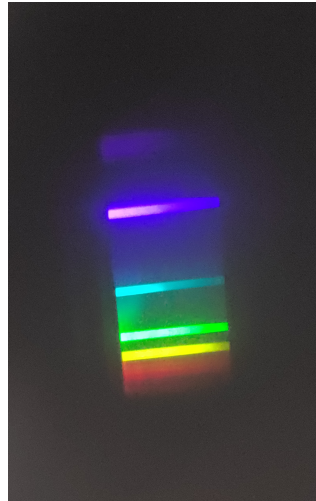
Im Plot sind zwei deutliche Peaks zu erkennen. Anfangs steigt die Spannung an, da die Elektronen nicht genügend Energie haben um die Atome anzuregen. Ab dann, wann genügend Energie da ist, bricht der Anodenstrom wieder ein. Bis zum zweiten Peak sieht der Verlauf ähnlich aus wie bei einer typischen Franck-Hertz-Kurve, wobei die Elektronen ab dem zweiten Peak genügend Energie haben um die Atome zu ionisieren. Aus diesem Grund bricht danach der Anodenstrom und somit die Spannung am Auffängerwiderstand erneut ein. Die Elektronen haben nicht mehr genug Energie um das Gegenfeld bis zum Auffänger zu überwinden. Der zweite Peak entspricht somit der Ionisierungsarbeit von Quecksilber, welche über die zugehörige Beschleunigungsspannung ermittelt werden kann:

$$W = 10,09\text{ eV} . \quad (1.4)$$

Der in diesem Versuchsteil bestimmte Wert weicht um 3,35 % vom Literaturwert ab. Dieses Verfahren zur Bestimmung der Ionisierungsarbeit lieferte ein präziseres Ergebnis als das vorherige.

### 1.5 Emissionslinien bei brennender Gasentladung

Mit einem Taschenspektroskop können die diskreten Energieniveaus von Quecksilber optisch sichtbar gemacht werden. Dazu wurde in der Franck-Hertz-Röhre eine Gasentladung gezündet. Das dabei sichtbare optische Spektrum wurde auf dem Foto in Abbildung 1.6 festgehalten.



**Abbildung 1.6:** Foto der Spektrallinien von Quecksilber

## 2. Anregung von Quecksilber

Bei diesem Versuch wird dieselbe Schaltung wie bei Aufgabe 1.4 verwendet. Allerdings sollen jetzt höhere Anregungen von Quecksilber untersucht werden.

Mit dem Oszilloskop wird wieder die Spannung  $U_2$  und der Anodenstrom  $I_A$  gemessen, während für  $U_2$  eine Rampe von 0 V bis 30 V durchlaufen wird.

Leider ist bei dieser Durchführung des Experiments die csv-Datei mit den Werten nicht erfolgreich gespeichert worden, weshalb andere Werte ausgewertet werden. Unser Tutor Sebastian Koch hat uns dankbarer Weise kurzfristig seine Werte bereitgestellt.

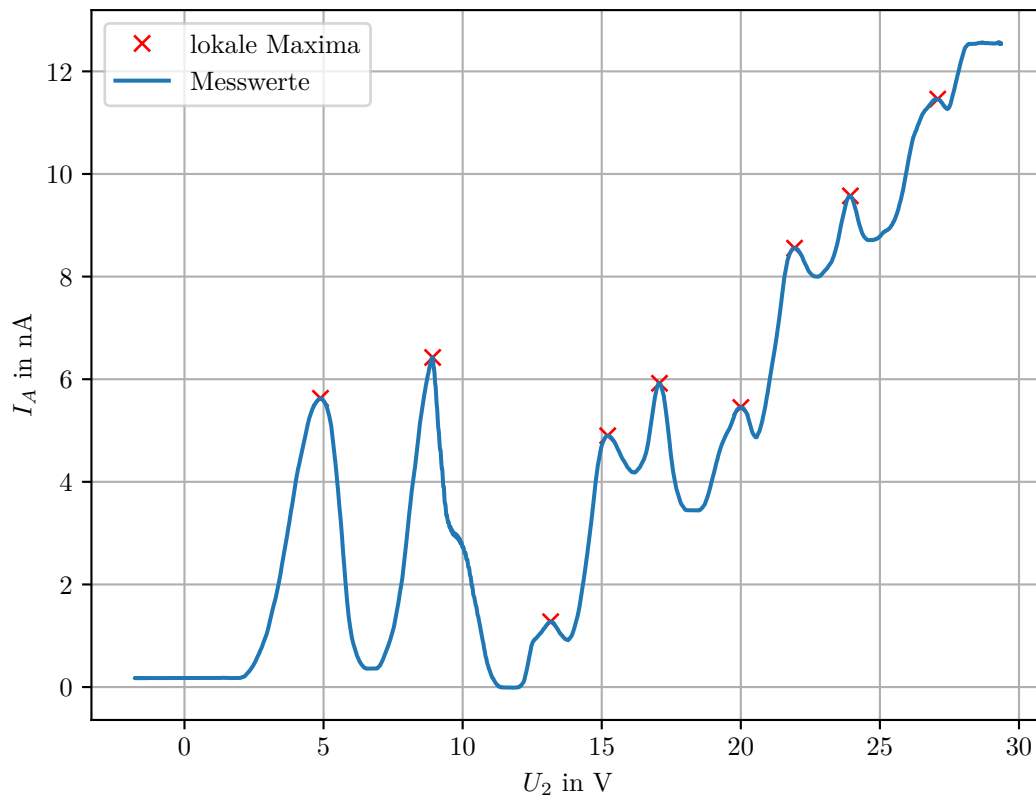
Bei der Auswertung müssen zunächst alle lokalen Maxima bestimmt werden, da diese alle potentiell interessanten Punkte markieren. Das wurde mit Python gemacht, wobei immer über eine Breite von 20 Messpunkten gemittelt wurde, um Schwankungen am Oszilloskop zu filtern. Zudem wurden Punkte mit zu kleinem Ausschlag ebenfalls beim Filtern entfernt. In der Messung konnten insgesamt neun lokale Maxima bestimmt werden. Der Plot der Messwerte mit den Maxima ist in Abbildung 2.1 zu sehen.

Die Kontaktspannung wurde berücksichtigt, indem der erste Peak, die Grundanregung auf den Literaturwert von 4,89 V verschoben wurde. Die Verschiebung hierbei betrug 2,34 V. Alle weiteren Werte wurden auf zwei Nachkommastellen gerundet. Die Maxima sind in Tabelle 2.1 aufgelistet.

**Tabelle 2.1:** lokale Maxima der Franck-Hertz-Kurve

peak	$U_{\text{peak}}$
1	4.89
2	8.92
3	13.16
4	15.21
5	17.08
6	20.0
7	21.93
8	23.94
9	27.08

Das Ziel ist jetzt, die Peaks einer Kombination durch eine ganzzahlige Kombination aus der niedrigsten Anregungsspannung ( $U_1 = 4,89$  V) und der unbekannten zweitniedrigsten Anregungsspannung  $U_2$  darzustellen.



**Abbildung 2.1:** Franck-Hertz-Kurve höherer Anregungen mit lokalen Maxima

Der erste Peak ist per Konstruktion die niedrigste Anregungsspannung  $U_1$ .

Der zweite Peak ist in der Nähe des Doppelten des ersten Peaks  $2U_1$ , verm. ist der Wert durch Ungenauigkeiten bei der Durchführung etwas zu klein geraten. Es ist ebenfalls möglich, dass  $U_2$  in der Nähe ist und deshalb den Wert etwas verzerrt, auch wenn für  $U_2$  kein Maximum sichtbar ist.

Zwischen dem zweiten und dritten Peak ist ein Sattelpunkt zu sehen, hier ist verm. auch noch ein Peak, welcher aber durch die genauen Einstellungen verloren gegangen ist. Auch hier kann es sich um einen Einfluss von  $U_2$  handeln.

Der dritte Peak lässt sich nicht durch die unterste Anregung erklären. Dieser ist vermutlich die zweite Anregungsspannung  $U_2$ , das doppelte der zweiten Anregungsspannung  $2U_2$  oder die Summe aus der ersten und zweiten Anregungsspannung  $U_1 + U_2$ .

Der vierte Peak ist in der Nähe des dreifachen der niedrigsten Anregungsspannung  $3U_1$ .

Der fünfte Peak muss auch mit der zweiten Anregungsspannung zusammenhängen. Mit Berücksichtigung des dritten Peaks bleibt nur die Möglichkeit, dass es sich um  $2 \cdot U_1 + U_2$  handelt. In dem Fall muss der dritte Peak  $2U_2$  sein.  $U_2$  lässt sich dann auf einen Wert zwischen grob 6,5 und 7 festlegen.

Der sechste Peak trifft relativ gut das vierfache der niedrigsten Anregungsspannung  $4U_1$ .

Bei den höheren Spannungen ist es schwierig, mögliche Kombinationen zuzuordnen, da es extrem viele Möglichkeiten gibt. Zudem kann es sein, dass höhere Anregungen auch einen Einfluss auf diese Peaks haben, bei den niedriger Peaks wurde davon ausgegangen, dass die nächsthöheren Anregung darüber liegen.

Der gefundene Wert von 6,5 V – 7 V liegt relativ nah am Literaturwert von 6,7 V und beinhaltet diesen. Für eine genaue Messung müsste man alle Peaks, insbesondere die höheren, sehr genau messen, um diesen genauen Kombination zuordnen zu können, aus

denen sich rückwirkend die Anregungen berechnen lassen. Mit höherer Präzision bei der Messung lassen sich so auch höhere Anregungsenergien berechnen.



### 3. Anregung von Neon durch Elektronenstoß

Bei diesem Versuch wird der Frank-Hertz-Versuch mit Neon statt Quecksilber durchgeführt. Hier wird die Röhre nicht beheizt, da sich dadurch, dass Neon im Versuch stets gasförmig ist, nur kleine Druckunterschiede ergeben.

Gut beobachtbar war auch das charakteristische rote Leuchten von Neon im Betriebe der Röhre. Mit dem Taschenspektroskop ließen sich auch hier wieder Spektrallinien erkennen. Die Frank-Hertz-Kurve wurde an einem analogen Oszilloskop visualisiert. Sie zeigt zwei Maxima, bei den Beschleunigungsspannungen  $U_1$  und  $U_2$

$$U_1 = 17 \text{ V} \quad (3.1)$$

$$U_2 = 33 \text{ V}. \quad (3.2)$$

Ein vollständiges Bild des Oszillogramms ist in Abbildung 3.1 zu sehen.

Alle Werte müssen theoretisch noch um die Kontaktspannung des Versuchsaufbaues korrigiert werden, diese ist allerdings nicht bekannt und wird vernachlässigt.

Mit beiden Spannungen werden je einzelne Elektronen beschleunigt, die folglich bei  $U_1$  und  $U_2$  die Energien  $E_1 = 17 \text{ eV}$  und  $E_2 = 33 \text{ eV}$  haben.

Die Differenz  $\Delta E_1 = E_2 - E_1$  ist folglich  $16 \text{ eV}$ . Diese ist auch unabhängig von der Kontaktspannung, da die Korrektur  $U_1$  und  $U_2$  gleichermaßen betrifft.

Als gemittelter Wert von  $\Delta E_1$  und  $\Delta E_0 = E_1$  ergibt sich so  $\Delta E_{\text{mittel}} = 16,5 \text{ eV}$ .

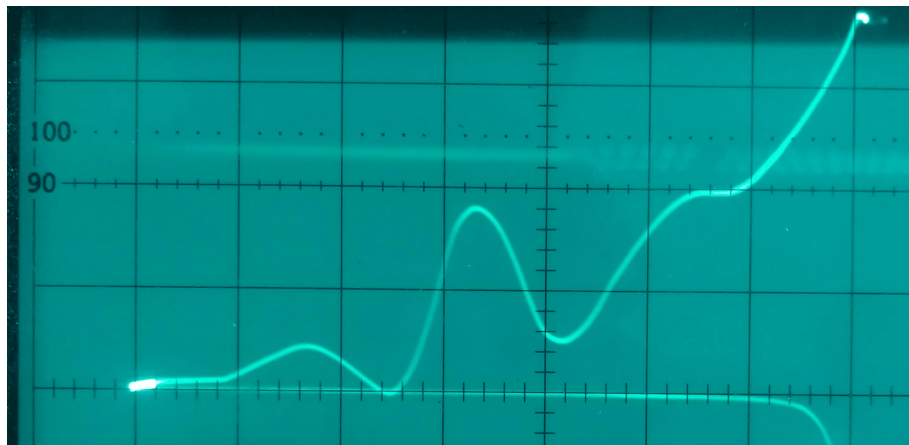


Abbildung 3.1: Franck-Hertz-Kurve von Neon, 1 Kasten sind 10V

Der Literaturwert für die mittlere Anregungsenergie ist 18,4 eV bis 19,0 eV nach [Wik20a]. Dieser wurde nicht getroffen.

Es gibt mehrere Gründe, warum der Versuch nicht sehr präzise ist. Das Ablesen der Peaks am analogen Oszilloskop ist weitaus nicht so präzise wie ein digitales Oszilloskop.

Die unbekannte Kontaktspannung ist ein weiterer Faktor, der die Messung negativ beeinflusst.

Zudem wird der Mittelwert nur über zwei Werte gebildet, mit mehr Messungen bei einem anderen Aufbau könnte man sicherlich ein besseres Ergebnis erzielen.

Der verwendete Versuchsaufbau eignet sich also für eine primitive Messung, ist aber nicht für Präzisionsmessungen geeignet.

# Literaturverzeichnis

- [Wik20a] Wikipedia: *Franck-Hertz-Versuch* — *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Franck-Hertz-Versuch>, 2020. [Online; accessed 09-August-2020].
- [Wik20b] Wikipedia: *Quecksilber* — *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Quecksilber&oldid=202700343>, 2020. [Online; accessed 17-August-2020].