

Nr.601

## **Franck-Hertz-Versuch**

Sara Krie  
sara.krieg@udo.edu

Marek Karzel  
marek.karzel@udo.edu

Durchführung: 04.06.2019

Abgabe: 11.06.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
3.1	Bestimmung der freien Weglänge . . . . .	3
3.2	Energieverteilung der beschleunigten Elektronen . . . . .	3
3.3	Anregung des Hg-Atoms . . . . .	6
3.4	Ionisationsspannung . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>8</b>

# 1 Theorie

[sample]

## 2 Durchführung

## 3 Auswertung

### 3.1 Bestimmung der freien Weglänge

Zunächst werden die Sättigungsdampfdrücke  $p_{\text{sätt}}$  aus Formel – , sowie die mittlere Weglänge der Elektronen auf Formel — für die verschiedenen Temperaturen, bei denen die Experimente durchgeführt werden, bestimmt. Außerdem werden diese Werte mit dem Abstand von 2 cm zwischen Kathode und Beschleunigungselektrode verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 angegeben.

**Tabelle 1:** Bestimmung der Sättigungsdampfdrücke, sowie der mittleren Weglängen.

$T / \text{K}$	$p_{\text{sätt}} / \text{mbar}$	$\bar{w} / \text{cm}$	$\frac{a}{\bar{w}}$
296,15	0,005	0,63895	3,13
427,15	5,615	0,00052	3872,46
456,15	15,625	0,00019	10775,68
458,15	16,687	0,00017	11508,61
461,15	18,399	0,00016	12688,94

### 3.2 Energieverteilung der beschleunigten Elektronen

Im Folgenden werden die Graphen mit den Titeln 8a) 23°C und 8a) 140°C - 160°C untersucht. Es liegen hierbei integrale Energieverteilungen vor. Daher soll zunächst die differentielle Verteilung bestimmt werden. Die ermittelte Steigung des Graphen 8a) 23°C befindet sich in Tabelle 2.

Die daraus resultierende differentielle Energieverteilung bei 23°C ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Ordinaten sind dabei proportional zur Anzahl, die Abzissen proportional zur Energie der Elektronen.

Für den zweiten Graphen wird analog verfahren. Die dazugehörigen Werte befinden sich in Tabelle 3 und Graph 2.

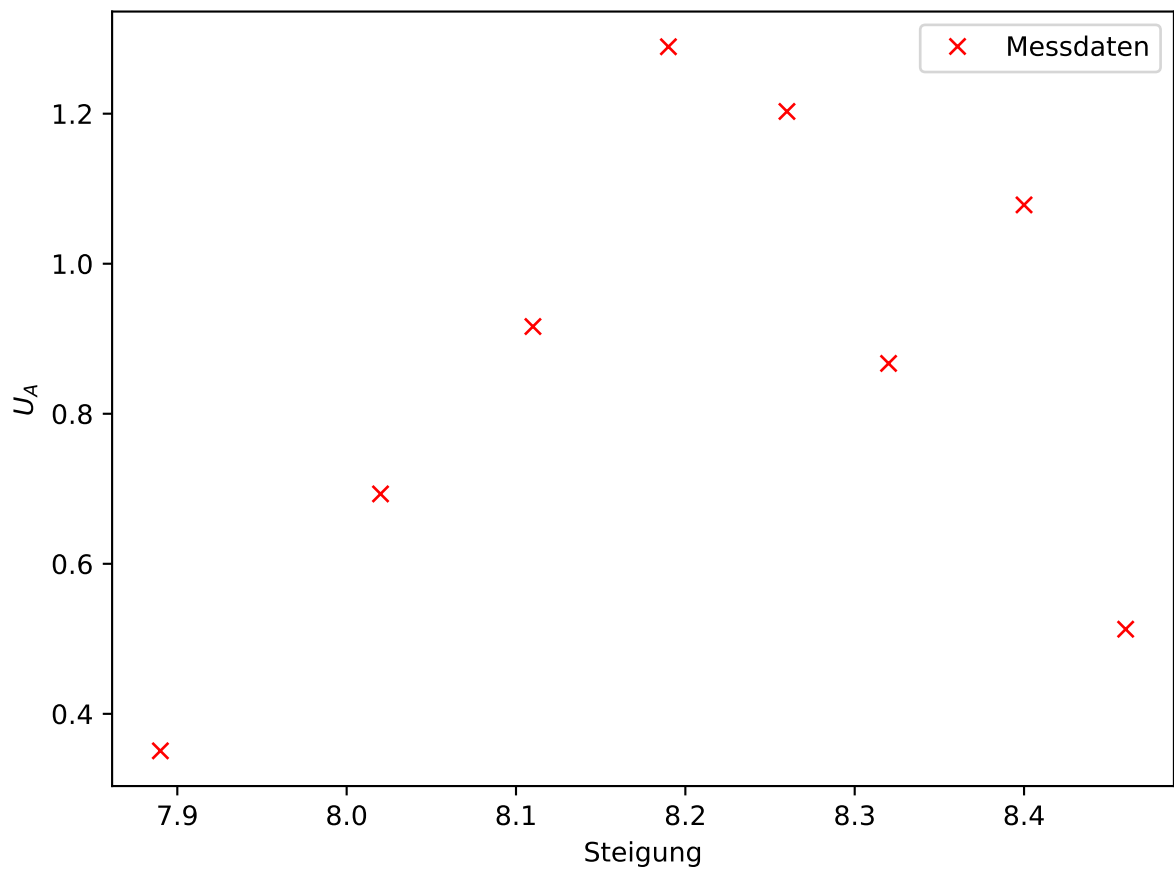
Im ersten Plot ist ein Peak bei 8,2 V und im zweiten bei 7 V zu erkennen. Das zu bestimmende Kontaktpotential wird für weitere Rechnungen auf

$$K_1 = 11 \text{ V} - 8,2 \text{ V} = 2,8 \text{ V}$$

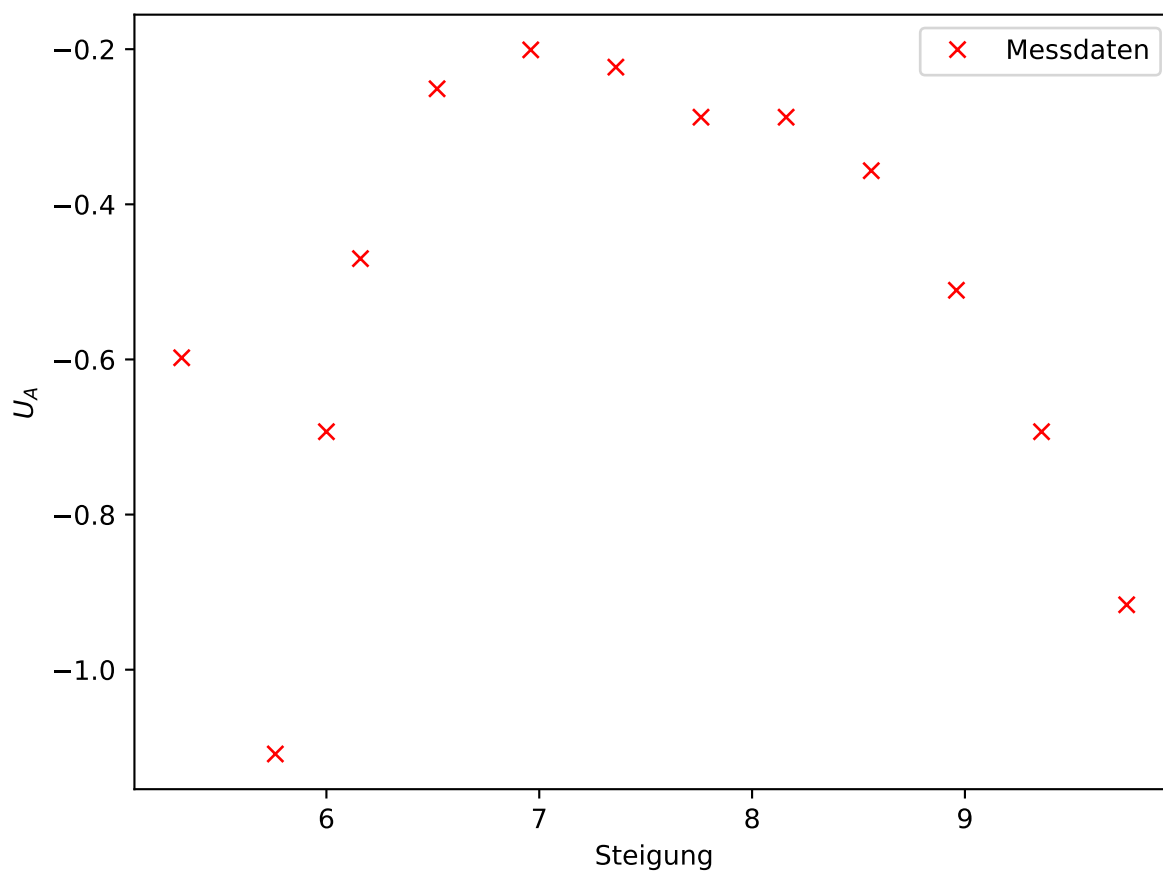
festgelegt. Der Wert von 11 V ist dabei die angelegte Beschleunigungsspannung. Eigentlich wird ein einzelner Peak erwartet, der in der Theorie infinitesimal breit ist. In der Praxis

**Tabelle 2:** Ermittelte Steigungen der integralen Elektronenverteilung bei 23°C.

$U / \text{V}$	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$
7,89	1,42
8,02	2,00
8,11	2,50
8,19	3,63
8,26	3,33
8,32	2,38
8,40	2,94
8,46	1,67



**Abbildung 1:** Differentielle Energieverteilung bei 23°C.



**Abbildung 2:** Differentielle Energieverteilung bei 154°C.

**Tabelle 3:** Ermittelte Steigungen der integralen Elektronenverteilung bei 154°C.

$U / \text{V}$	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$
5,32	0,550
5,76	0,330
6,00	0,500
6,16	0,625
6,52	0,778
6,96	0,818
7,36	0,800
7,76	0,750
8,16	0,750
8,56	0,700
8,96	0,600
9,36	0,500
9,76	0,400

ist dies offenkundig nicht vorzufinden. Grund dafür ist die Fermi-Dirac-Verteilung. Es ist allerdings in Abbildung 2 erkennbar, dass bei etwa 8,2 V ein Abfall der Steigung vorliegt. Dies wäre eigentlich bei der Spannung (2.76-2.8)V erwartet worden. Dies ist die Spannung, bei der die Elektronen das Quecksilber anregen können minus dem Kontaktpotential.

### 3.3 Anregung des Hg-Atoms

Mithilfe der aufgezeichneten Franck-Hertz-Kurve soll nun die 1.Anregungsenergie des Hg-Atoms bestimmt werden. Dafür wird die Lage der Maxima des Graphen mit dem Titel 8b) 185°C ermittelt, da dieser von allen aufgenommen Graphen die deutlichsten Maxima und Minima aufweist. Die Maxima und Minima sind mit  $k$  nummeriert und mit den jeweiligen Abstände in Tabelle 4 zu finden.

Die Abstände müssen mit der Elementarladung multipliziert werden. Es werden sowohl die Maxima, als auch die Minima verwendet, um eine höhere Genauigkeit zu erhalten. Es ergibt sich eine Anregungsenergie von

$$U_1 = 2,76 \text{ eV.}$$

Aus diesem berechneten Wert wird nun mit Hilfe von  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  und — die Wellenlänge der beim Übergang in den Grundzustand emittierten Strahlung bestimmt werden. Es ergibt sich

$$\lambda = 273 \text{ nm.}$$

**Tabelle 4:** Abstände der Maxima und Minima der Franck-Hertz-Kurve.

$k$	$U_{k+1} - U_k / \text{V}$
1	3,04
2	2,53
3	2,53
4	2,53
5	2,79
6	2,79
7	2,53
8	2,39
9	3,18
10	2,79
11	3,29

### 3.4 Ionisationsspannung

Zur Bestimmung der Ionisationsspannung des Quecksilber wird der Graphe mit dem Titel 8c) 107°C verwendet. Hierfür wird eine Extrapolation durchgeführt, so wie es in der Abbildung zu sehen ist. Der Schnittpunkt mit der x-Achse liegt bei 8,35 V. Mit dem bestimmten Kontaktpotential ergibt sich

$$U_{\text{ion}} = 5,55 \text{ V.}$$

## 4 Diskussion

Bei der Untersuchung der Energieverteilung der beschleunigten Elektronen ist deutlich zu erkennen, dass die aufgenommenen Werte stark von den erwarteten Werte abweichen. Gewünscht wäre eine nahezu gleiche Energie für alle Elektronen, welche allerdings nicht gegeben ist. Stattdessen ergab sich eine Verteilung in der Peaks nur schwer zu erkennen sind. Die berechnete Anregungsenergie der Quecksilber Atome und der dazugehörige Literaturwert ([2]) lauten

$$U_1 = 2,76 \text{ eV,}$$
$$U_{1, \text{Lit}} = 4,9 \text{ eV.}$$

Es ergibt sich eine prozentuale Abweichung von etwa 43,67 %. Daraus lässt sich schließen, dass die Bestimmung der Anregungsenergie mit Hilfe des Franck-Hertz-Versuches nicht sehr genau ist. Dies könnte an einem eventuell falschen Aufbau liegen, wie am Ende der Versuchs festgestellt wurde. Außerdem waren sowohl die Brems- als auch die Beschleunigungsspannung nicht optimal abzulesen. Außerdem war es recht schwierig die Temperatur im gewünschten Bereich konstant zu halten, was ebenfalls einen negativen Einfluss auf

die Messung gehabt haben kann.

Für die im letzten Versuchsteil zu bestimmende Ionisationsspannung ergeben sich die Werte([3]):

$$U_{\text{ion}} = 5,55 \text{ V}$$
$$U_{\text{ion,Lit}} = 10,438 \text{ V}$$

Die prozentuale Abweichung ist auch hier recht hoch mit 47 %. Hier fließt eine weitere Unsicherheit durch die recht ungenau Extrapolation mit ein. Bereits für kleine Änderungen in der Steigung ergeben sich bereits große Unterschiede für den Schnittpunkt der Geraden mit der x-Achse.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Methode des Franck-Hertz-Versuches zur Bestimmung von Anregungsenergie und Ionisationsspannung recht ungenau zu sein scheint. Dies liegt an einen eventuellen systematischen Fehler und durch mehrere einfließende Unsicherheiten.

## 5 Literaturverzeichnis

[1]: TU Dortmund. *Versuchsanleitung zu Versuch 601: Franck-Hertz-Versuch.*

[2]: Literaturwert für Anregungsenergie. <https://www.chemie.de/lexikon/Franck-Hertz-Versuch.html>

*Werte entnommen am: 04.06.2019*

[3]: Literaturwert für Ionisationsspannung. <http://www.periodensystem.info/elemente/quecksilber/>

*Werte entnommen am: 04.06.2019*