

V504

# Thermische Elektronenemission

Fritz Agildere  
fritz.agildere@udo.edu

Amelie Strathmann  
amelie.strathmann@udo.edu

Durchführung: 4. April 2023  
Abgabe:

TU Dortmund – Fakultät Physik

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Zielsetzung</b>	<b>2</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>2</b>
2.1 Begriffe der Austrittsarbeit und die Energieverteilung der Leitungselektronen	2
2.2 Berechnung der Sättigungsstromdichte bei der thermischen Elektronenemission	3
<b>3 Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>5 Diskussion</b>	<b>4</b>
<b>Literatur</b>	<b>4</b>
<b>Anhang</b>	<b>5</b>

# 1 Zielsetzung

Ziel des Versuches ist es zu zeigen, dass durch Erwärmung einer Metalloberfläche eine Elektronenemission möglich ist. Bei der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit dieses Effektes, wird besonders auf die Austrittsarbeit geachtet. Diese Konstante soll für das Metall Wolfram bestimmt werden.

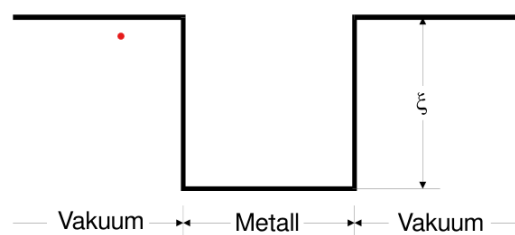
## 2 Theorie

Im Folgenden wird bla bla

### 2.1 Begriffe der Austrittsarbeit und die Energieverteilung der Leitungselektronen

Eine große Anzahl der Metalle sind kristalline Festkörper, welche ausgezeichnete elektrische Leitfähigkeit besitzen. Diese Tatsache lässt sich damit erklären, dass die Atome, welche auf den kristallgitterplätzen sitzen, komplett ionisiert sind. Somit bilden die Ionen ein periodisches Gitter, welches von freigesetzten Elektronen eingehüllt ist. Diese Elektronen befinden sich im Kraftfeld sämtlicher Ionen und werden als Leitungselektronen bezeichnet. Das Gitterpotential ist eine vom Ort abhängige periodische Funktion. Diese nimmt an den Gitterpunkten einen hohen positiven Wert an, weiter entfernt von den Punkten ist der Wert des Gitterpotentials nur wenig veränderlich. Somit lässt sich durch eine Näherung sagen, dass das Gitterpotential konstant ist. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Metallinnere ein konstantes positives Potential, welches um  $\phi$  verschieden zum Außenraum ist, herrscht. Die Elektronen können sich daher frei bewegen und demnach die elektrische Leitfähigkeit erzeugen.

Wenn ein Elektron das Metallinnere verlassen will, muss dieses die Austrittsarbeit zu dem gegebenen Potential  $\xi$  leisten. in ?? wird dies anhand des Potentialtopf-Modells gezeigt.



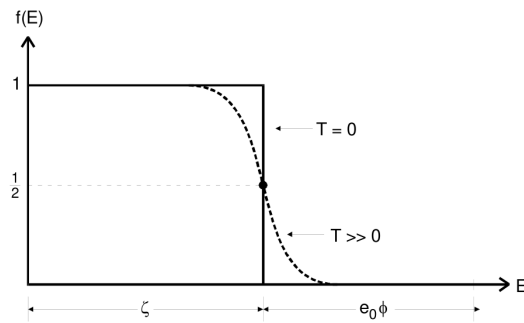
**Abbildung 1:** Darstellung des Potentialtopf-Modells eines Metalls.[1]

Die Quantentheorie beantwortet die Frage, ob das Elektron die benötigte Energie aufbringen kann. Elektronen können ausschließlich diskrete Energiewerte annehmen. Das

Elektron hat einen halbzahligen Spin und unterliegt demnach dem Pauli-Verbot. Dieses besagt, dass jeder mögliche Zustand mit der vorausgesetzten Energie  $E$  nur von zwei Elektronen eingenommen werden kann, wenn diese entgegengesetzten Spin haben. Somit besitzen die Elektronen auch am Nullpunkt eine endlich Energie. Diese ist abhängig von den Elektronen pro Volumeneinheit im Metall. Der Begriff für diese Energie bei  $T = 0$  wird Fermische Grenzenergie  $\zeta$  genannt. Für Zimmertemperatur gilt für alle Metalle  $\zeta \gg kT$ . Durch die Fermi-Dirscsche Verteilungs Funktion

$$f(E) = \frac{1}{\exp \frac{E-\zeta}{kT} + 1}, \quad (1)$$

wird die Wahrscheinlichkeit angegeben, dass im thermischen Gleichgewicht der Zustand mit der Energie  $E$  erreicht ist. Der Verlauf des Graphen der Fermi-Diracschen Verteilungsfunktion ist in Abbildung 2 zu sehen.



**Abbildung 2:** Der Verlauf der Fermi-Diracschen Verteilungsfunktion am absoluten Nullpunkt.[1]

Es kann abgelesen werden, dass ein Elektron mindestens eine Energie von  $\zeta + e_0\phi$  vorweisen muss, damit es die Metalloberfläche verlassen kann. Für den Fall, dass das gegebene Metall Wolfram ist, kann eine Näherung getroffen werden

$$f(E) \approx \exp \frac{E - \zeta}{kT}. \quad (2)$$

## 2.2 Berechnung der Sättigungsstromdichte bei der thermischen Elektronenemission

Mithilfe der Gleichung 2 lässt sich die Sättigungsstromdichte in Abhängigkeit zur Temperatur errechnen.

### **3 Durchführung**

### **4 Auswertung**

### **5 Diskussion**

### **Literatur**

- [1] *Anleitung zu Versuch 504, Thermische Elektronenemission.* TU Dortmund, Fakultät Physik. 2023.

## Anhang