

# **Versuch V504: Thermische Elektronenemission**

Martin Bieker  
Julian Surmann

Durchgeführt am 17.06.2014  
TU Dortmund

# 1 Einleitung

In diesem Versuch wird die sogenannte Thermische Elektronenemission untersucht, dabei handelt es sich um die Auslösung von Elektronen aus einer Metalloberfläche mit Hilfe von thermischer Energie. Die Temperaturabhängigkeit dieses Vorganges ist von besonderem Interesse.

## 2 Theorie

Metalle besitzen eine sehr gute Leitfähigkeit, da praktisch alle auf den Kristallgitterplätzen sitzenden Atome ionisiert sind. Die daraus resultierenden freien Elektronen werden Leitungselektronen genannt. Das Potential der Gitterstruktur lässt sich als konstant betrachten. Damit lässt sich Metallplatte im Raum mit dem Potentialtopfmodell vergleichen. Die Elektronen können sich innerhalb des Metalles frei bewegen. Wenn ein Elektron den Leiter jedoch verlassen will, muss es eine Austrittsarbeit leisten, um die Potentialbarriere zu überwinden. Aus der Quantentheorie folgen zwei Bedingungen: Die Elektronen können nur diskrete Energiewerte annehmen und zu jedem Zustand mit einer Energie  $E_n$  darf es nur zwei Elektronen geben, die sich im Spin unterscheiden (Pauli-Verbot). Aus letzterer folgt, dass die Elektronen selbst bei  $T = 0\text{ K}$  eine Energie besitzen müssen. In diesem Zustand bezeichnet man die maximale Energie eines Elektrons als Fermische Grenzenergie  $\zeta$ . Diese ist abhängig von der Elektronendichte. Die Fermi-Diracsche Verteilungsfunktion

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

gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass ein möglicher Zustand mit der Energie  $E$  besetzt ist. Abbildung ?? zeigt den Verlauf der Fermi-Diracschen Verteilungsfunktion am Beispiel des Absoluten Nullpunktes und einer Temperatur  $T \gg 0$ .

Die Anzahl der Elektronen pro Volumeneinheit des Phasenraumes (aufgespannt durch Impuls- und Ortskoordinaten) lässt sich mit Hilfe von

$$n(E) = \frac{2}{h^3} f(E) \quad (2)$$

berechnen. Die Richardson-Gleichung für die Stromdichte in Abhängigkeit von der Temperatur ergibt sich zu

$$j_s(T) = \frac{4\pi e_0 m_0 k^2}{h^3} T^2 e^{\frac{-e_0 \phi}{kT}}. \quad (3)$$

### 2.1 Die Hochvakuum-Diode

Eine Messung des Sättigungsstromes der emittierenden Metalloberfläche ist nur im Hochvakuum möglich, da die austretenden Elektronen sonst in Wechselwirkung mit den Gasmolekülen treten würden. Die Hochvakuum-Diode ist nicht nur evakuiert, in ihr lässt sich auch ein elektrisches Feld erzeugen.

Die Hochvakuum-Diode besteht aus einem evakuierten Glaskörper, in dem ein Draht angebracht ist. Durch eine angelegte Spannung fließt Strom durch diesen (Wolfram-)Draht, der so auf 1000-3000 K erhitzt wird.

### **3 Auswertung**

### **4 Diskussion**

### **5 Quellen**

- [1] Entnommen der Praktikumsanleitung der TU Dortmund.  
Download am 01.06.14 unter:  
<http://129.217.224.2/HOMEPAGE/PHYSIKER/BACHELOR/AP/SKRIPT/V703.pdf>

### **6 Anhang**

- Tabellen
- Auszug aus dem Messheft