



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

FORTGESCHRITTENEN PRAKTIKUM

---

# Rastertunnelmikroskopie

---

*Verfasser:*

Henrik JÜRGENS

Frederik STROTHMANN

*Tutor:*

Vitali PORSHYN

**Abstract:**

Mithilfe eines Rastertunnelmikroskops wird die Struktur verschiedener Materialien analysiert, indem deren Oberfläche in verschiedenen Modi abgefahren wird.

Bereich	max. %	+ / 0 / -	erreicht %
Einleitung & Theorie	15		
Durchführung	70		
Auswertung			
phys. Diskussion			
Zusammenfassung			
Formales	15		
Note			

24. September 2015

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>2</b>
2.1	Tunneleffekt . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Versuchsteil...</b>	<b>4</b>
3.1	Verwendete Materialien . . . . .	4
3.2	Versuchsaufbau . . . . .	4
3.3	Versuchsdurchführung . . . . .	4
3.4	Verwendete Formeln . . . . .	4
3.5	Messergebnisse . . . . .	4
3.6	Auswertung . . . . .	4
3.7	Diskussion . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Fazit</b>	<b>4</b>

# 1 Einleitung

In diesem Versuch werden Oberflächen verschiedener Proben mittels Rastertunnelmikroskopie auf deren Gitterstruktur und morphologische Eigenschaften untersucht. Elektronendichte, Oberflächenrauheit und die atomare Gitterstruktur können mit dem Rastertunnelmikroskop (RTM) analysiert werden. Der quantenmechanische Tunneleffekt wird genutzt, um leitende Materialien zu untersuchen. Indem zwischen einer einatomigen Platin-Iridium-Elektrode und der zu untersuchenden Probe eine Potentialdifferenz angelegt wird, kommt es abhängig von der Entfernung der Pt-Ir-Elektrode zur Probe und dessen Elektronendichte zu einem Tunnelstrom, welcher Rückschlüsse auf die Struktur der Probe erlaubt. Die Elektronendichte der Oberfläche kann durch systematisches Abrastern der Probe erfasst werden, sodass mithilfe verschiedener Modi (CC und CH: Constant Current und Constant Height) ein Bild der Materialoberfläche entsteht.

## 2 Theorie

In diesem Versuchsteil werden die für diesen Versuch wichtigen theoretischen Grundlagen erklärt.

### 2.1 Tunneleffekt

Der Tunneleffekt, auf dem die Funktionsweise des RTM basiert, kann nichtrelativistisch mit der stationären Schrödingergleichung für Materiewellen beschrieben werden.

$$E\psi = \hat{H}\psi \quad (1)$$

Über das Korrespondenzprinzip erhält man aus dem klassischen nichtrelativistischen Hamiltonian für ein Teilchen im Potential  $V$  die Ortsdarstellung der Schrödingergleichung:

$$E\psi = \left( \frac{-\hbar^2 \Delta}{2m} + V \right) \psi \quad (2)$$

$|\psi|^2$  gibt dabei die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Teilchens im Volumenelement  $dV(\mathbf{x})$  an. Der Tunneleffekt kann anhand eines einfachen Beispiels verstanden werden, indem in einer Dimension ein Potentialwall in Form eines Kastens angenommen wird. Ein veranschaulichendes Bild ist wichtiger, als ein langer Rechenweg, weshalb es vorzuziehen ist, die Lösung mit Abbildung 1 zu veranschaulichen.

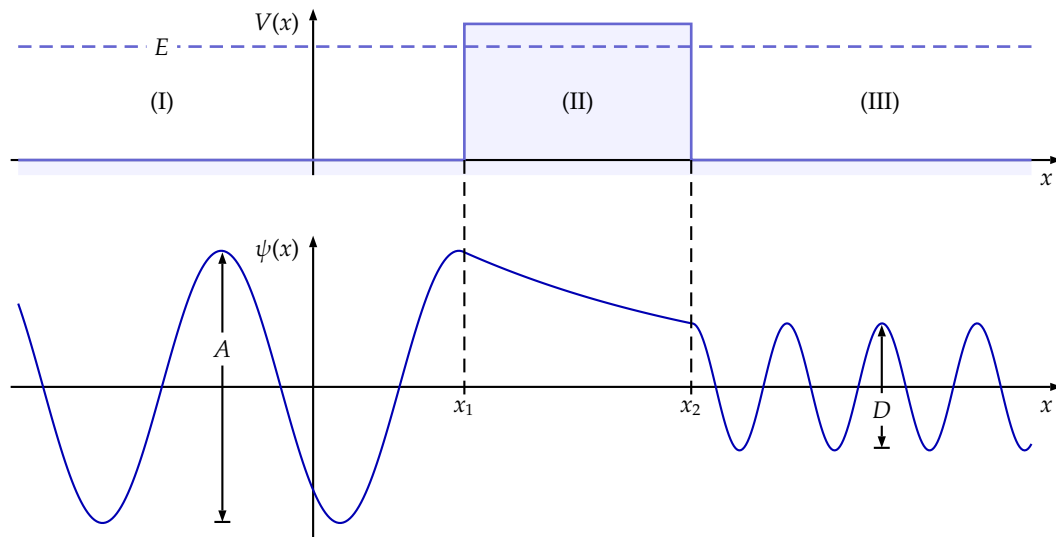


Abbildung 1: Eindimensionale Schrödigergleichung mit Potentialwall in der Mitte. Zu sehen ist der exponentielle Abfall der Amplitude der Wellenfunktion, wodurch die Aufenthaltswarscheinlichkeit hinter dem Potentialwall  $D^2$  kleiner als  $A^2$  ist. (vgl. [2])

Der Rechenweg kann ohne Probleme auf der Seite [1] nachvollzogen werden. Die Lösung der Schrödigergleichung innerhalb der Potentialbarriere ergibt einen exponentiellen Abfall der Aufenthaltswarscheinlichkeit mit zunehmender Eindringtiefe, wobei die Wellenlänge gleich bleibt. Damit die Elektronen während des Versuches nicht in beide Richtungen gleich stark tunneln, wird eine Potentialdifferenz zwischen Bereich (I) und Bereich (III) erzeugt, wodurch die Elektronen eine Vorzugsrichtung bekommen.

## **3 Versuchsteil...**

### **3.1 Verwendete Materialien**

### **3.2 Versuchsaufbau**

### **3.3 Versuchsdurchführung**

### **3.4 Verwendete Formeln**

### **3.5 Messergebnisse**

### **3.6 Auswertung**

### **3.7 Diskussion**

## **4 Fazit**

## **Literatur**

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/tunneleffekt>.

[2] <http://www.semibyte.de/wp/graphicslibrary/gl-physics/tunneleffekt>.