

UNIVERSITÄT REGENSBURG

F-PRAKTIKUM

Rastertunnelmikroskopie



Michael Rößner und Jonas Schambeck

3. März 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen	4
2.1	Physikalische Konzepte	4
2.1.1	Kristallstrukturen im Festkörper	4
2.1.2	Quantenmechanisches Tunneln	4
2.1.3	Piezoelektrischer Effekt	4
2.2	Aufbau eines Rastertunnelmikroskops	4
2.2.1	Aufbau der Spitze	4
2.2.2	Herstellung der Spitze	4
2.2.3	Piezomotoren	4
2.3	Betriebsarten eines Rastertunnelmikroskops	4
2.3.1	Topographischer Modus	4
2.3.2	Modus konstanter Höhe	4
2.3.3	Spektroskopie	4
2.4	Probenmaterialien	4
2.4.1	Graphit	4
2.4.2	Gold	4
2.4.3	Molybdänsulfid	4

1 Einleitung

Durch die fortschreitende Miniaturisierung der Technik entstand im 20. Jahrhundert die Notwendigkeit Strukturen abzubilden, die kleiner waren als die Wellenlänge des Lichts. Herkömmliche optische Mikroskope boten in diesem neuen Bereich, der Nanowissenschaft, nicht mehr die notwendige Genauigkeit. Ein wichtiger Schritt gelang den Physikern Gerd Binnig und Heinrich Rohrer 1981, als sie mit dem experimentellen Nachweis eines abstandabhängigen Tunnelstroms den Grundstein für das Rastertunnelmikroskop legten.

Aus dieser Erfindung ist seither eine ganze Familie an Rastersondenmikroskopen hervorgegangen, die sich unterschiedliche Wechselwirkungen auf atomarer Skala zu nutze machen. Das bekannteste ist wohl das Rasterkraftmikroskop, welches die Kräfte zwischen der Materialoberfläche und der Messspitze messen kann. Weiter wurden das optische Rasternahfeldmikroskop und das Magnetkraftmikroskop entwickelt. Erst die Entwicklung dieser Mikroskopfamilie hat die Beobachtung und Manipulation von Nanostrukturen einfach und preiswert genug für den weitläufigen Einsatz in Unternehmen gemacht. Dies hat wesentlich zur Veranschaulichung der Quantenmechanik beigetragen. Ein Beispiel bieten hier die "Quantum Corrals", wie in Abbildung 1.1 zu sehen. Hierbei handelt es sich um einfache Quantensysteme Oberflächen. In obigem Beispiel sind Goldatome radial auf einer Kupferoberfläche angeordnet. Anschaulich gezeigt werden hier die Elektronenwellen im Inneren der Anordnung. Derartige Messungen erreichten schnell große Beliebtheit und sind in populärwissenschaftlichen Zeitschriften häufig Thema.

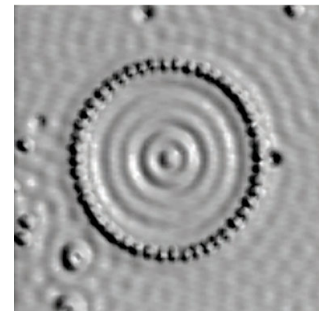


Abbildung 1.1: Quantum Corral

2 Grundlagen

2.1 Physikalische Konzepte

2.1.1 Kristallstrukturen im Festkörper

2.1.2 Quantenmechanisches Tunneln

2.1.3 Piezoelektrischer Effekt

2.2 Aufbau eines Rastertunnelmikroskops

2.2.1 Aufbau der Spitze

2.2.2 Herstellung der Spitze

2.2.3 Piezomotoren

2.3 Betriebsarten eines Rastertunnelmikroskops

2.3.1 Topographischer Modus

2.3.2 Modus konstanter Höhe

2.3.3 Spektroskopie

2.4 Probenmaterialien

2.4.1 Graphit

2.4.2 Gold

2.4.3 Molybdänsulfit