

7 Zusammenfassung

Während der vorliegenden Arbeit wurde ein Rastertunnelmikroskop aufgebaut, das für den Betrieb bei tiefen Temperaturen optimiert wurde. Die tiefste zu erreichende Temperatur beträgt 6K, zwischen der Basistemperatur von 9.5K und Raumtemperatur kann die Temperatur kontinuierlich variiert werden. Bei einem Verbrauch von weniger als 0.1/He/h beträgt die Standzeit 49 Stunden. Die Präparation der Proben außerhalb des STM und der Transfer können bei Temperaturen von minimal 20K erfolgen. Auch eine Möglichkeit für die *'in situ'* Präparation im STM ist vorhanden. Ein optischer Zugang erlaubt die Grobpositionierung der Spitze über dem gesamten Bereich der Probe, so daß Experimente an speziell präparierten Bereichen durchgeführt werden können. Die Probe verfügt im STM über sechs elektrische Kontakte, von denen derzeit nur drei für die Tunnelspannung und Thermoelemente verwendet werden. Das die Probe umgebende Strahlungsschild ist mit flüssigem Helium gekühlt und wirkt deshalb als Kryopumpe. Deshalb bleiben die Proben über Wochen im STM sauber, wenn es mit Helium gekühlt wird. Mit einer Auflösung von weniger als $1/100\text{\AA}$ senkrecht zur Oberfläche können Substrate und Adsorbate auf atomarer Ebene abgebildet werden. Die Steuerung des STM arbeitet digital. Das ermöglicht die präzise Steuerung aller Parameter, für die Messung elektronischer und vibronischer Zustände mit dem STM. Auch die laterale und vertikale Manipulation von Adsorbat und Substrat wird so ermöglicht.

Der maximale Scanbereich des STM beträgt $3.5\mu\text{m}$ bei Raumtemperatur und $1.4\mu\text{m}$ bei 10K.

Auf die Cu(211) wurden geringe Bedeckungen von Kohlenmonoxid adsorbiert und untersucht. Bei einer Temperatur von 12K wurden Adsorptionsplätze auf dieser Oberfläche nachgewiesen, die mit vorangegangenen Messungen bei ca. 30K nicht gefunden wurden: Der Platz *'on top'* auf einem Kupferatom der (111)-Terrasse und der *'on top'* Platz neben einem weiteren Kohlenmonoxid, mit dem zusammen ein Dimer gebildet wird. Das Aussehen und die Stabilität dieses Dimers wurden in Abhängigkeit von Strom und Spannung untersucht. Mit inelastischer Tunnelspektroskopie wurde eine Schwellspannung für den Zerfall des Dimers von ca. 40mV gefunden. Für den Zerfall des Dimers ist die Anregungskette Tunnelelektron →

Frustrierte Rotation des CO \rightarrow multiple Frustrierte Translation \rightarrow Zerfall des Dimers verantwortlich.

Ein CO-Dimer stellt die Einheitszelle der (3x1)-Überstruktur von CO auf Cu(211) dar. Durch den Aufbau dieser Struktur aus einzelnen Molekülen mit Hilfe von atomarer Manipulation ist es gelungen, die Bindungsplätze der einzelnen Moleküle in dieser Struktur mit Hilfe des STM zu bestimmen. Die Wechselwirkungen zwischen den Molekülen beim Aufbau der Überstruktur wurden untersucht.

Die Diffusionsbarriere für CO auf Cu(211) konnte mit temperaturabhängigen Messungen auf 140meV abgeschätzt werden.

Das Wachstum von NaCl auf der Cu(211) führt bei Temperaturen über Raumtemperatur zu einer Facettierung der Oberfläche in sehr lange, schmale mit NaCl bedeckte (311)-Facetten und unbedeckte vicinale (111)-Gegenfacetten. Das NaCl-Gitter paßt sich senkrecht zu den Reihen der (311) dem Kupfergitter an. Parallel dazu bildet das NaCl auf Grund der unterschiedlichen Gitterkonstanten Überstrukturen.

Die Umstrukturierung der Oberfläche ist mit einem großen Massentransport verbunden. Die treibende Kraft ist dabei die Bindung des NaCl an das Cu(311) Substrat. Die Bedeckung hat keinen Einfluß auf die Breite der Facetten. Deren Breite kann mit der Aufdampf- bzw. Tempertemperatur variiert werden. Die durch das NaCl hervorgerufene Bildung der Facetten muß durch entsprechende Gegenfacetten unbedeckter Bereiche ausgeglichen werden. Dabei versucht das Kupfer seine Oberflächenenergie durch die Ausbildung vicinaler (111)-Ebenen mit regelmäßiger Stufung zu minimieren.

Das Wachstum des NaCl-Films mit seiner (100)-Oberflächennormalen wurde auf den (311)-Facetten bis zur zweiten Monolage untersucht, die Gegenfacetten bleiben dabei unbedeckt. Auf Cu(311) wächst NaCl im Lagenwachstum.

7.1 Ausblick

Das auf Cu(211) aufgedampfte NaCl verursacht eine Nanostrukturierung der Oberfläche in NaCl bedeckte (311)- und unbedeckte (111)-Facetten, deren Abstand durch die Aufdampftemperatur variiert werden kann. Diese Art des Wachstums kann dazu verwendet werden, anschließend Materialien, wie magnetische Metalle, auf die Oberfläche zu bringen, die selektiv auf den unbedeckten (111)-Facetten wachsen. Verwendet man eine gekinkte Oberfläche, so könnten auf diese Weise sogar regelmäßig angeordnete Quantendots erzeugt werden.

Im weiteren ist geplant, auf der erzeugten isolierenden Schicht leitende Materialien aufzudampfen. Z.Z. suchen wir noch nach einem Material, das atomar auf dem NaCl adsorbiert werden kann. Die bisher verwendeten Materialien Ag bzw. Fe neigen bei 12K zum Clustern auf dem NaCl-Film, so daß der Aufbau von Strukturen nicht auf atomarer Ebene durchgeführt werden kann. Ziel ist es, deren elektronische Eigenschaften in Abhängigkeit von der Dimension der Struktur zu untersuchen.

Auch das AFM soll weiterentwickelt werden. Mit ihm können dann auch an sehr dicken Isolatorschichten mit und ohne Adsorbaten Untersuchungen durchgeführt und mit den STM-Daten verglichen werden.