

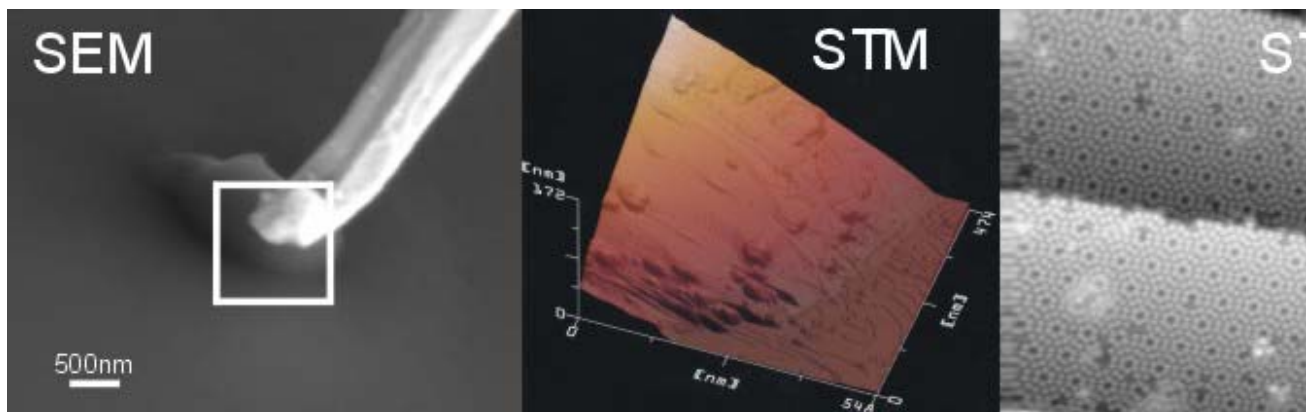
Abbildung von Molekülen mit dem Rastertunnelmikroskop.

Die Rastertunnelmikroskopie in der Oberflächenchemie

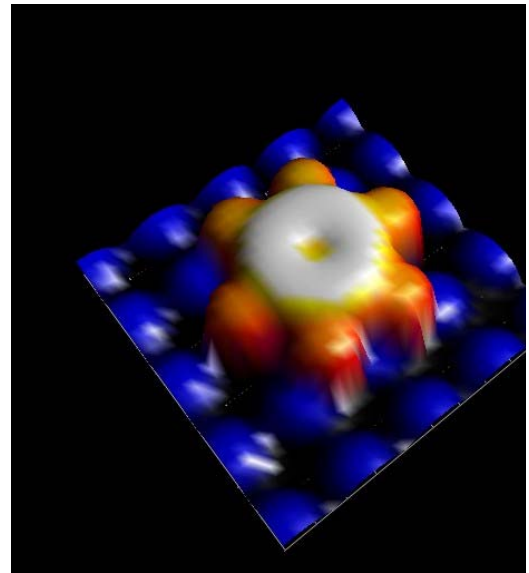
Die Rastertunnelmikroskopie (engl. Scanning Tunneling Microscopy, STM) ist eine Methode, die ursprünglich zur Abbildung von Festkörperoberflächen entwickelt wurde. In diesem Bereich ist das STM inzwischen zur Standardmethode geworden. In der aktuellen Forschung wird nun zunehmend nicht mehr nur "angeschaut", sondern "angefasst". So konnten mit "Nanogolf" durch Verschieben von Atomen auf geeigneten Substraten schon Schriftzüge erstellt werden, die die kleinsten Buchstaben der Welt [1].

Für die Chemie zeichnet sich die faszinierende Perspektive ab, auf der Oberfläche adsorbierte Atome und Atomgruppen als Elemente eines Baukastens zu betrachten und einzelne Moleküle unter Einsatz der "Nanopinzette" zusammenzubauen. Von der Gruppe um Rieder in Berlin konnte auf diese Weise auf einer Kupfer-Oberfläche die Ullmann-Reaktion (Kupplung von zwei Iodobenzol-Molekülen zu Biphenyl) durchgeführt werden [2].

Auf dieser Seite finden Sie sowohl Informationen zu den Grundlagen des STM als auch eine Reihe von Anwendungsbeispielen. Für das "Jahr der Chemie" hat unsere Gruppe ein voll funktionsfähiges "Makro-STM" (Bild s.u.) aufgebaut, mit dem Moleküle auf dem "richtigen" Baukasten auf einer Fläche von 1m x 1m abgebildet und manipuliert werden können. Alles, was mit dem "großen" STM geht, ist prinzipiell auch mit dem "kleinen" möglich!



Links oben sieht man die mit einem Rasterelektronenmikroskop kontrollierte Positionierung der leicht verbogenen Tunnelspitze an den Rand eines Verschmutzungspartikels auf einer Si(111)-Oberfläche. Das mittlere Bild zeigt eine rastertunnelmikroskopische Abbildung vom Rand des Partikels und rechts ist die (111)(7x7)-Rekonstruktion der Siliziumoberfläche direkt neben dem Partikel atomar aufgelöst.



Links sieht man ein Foto des von unserem Lehrstuhl gebauten "Makro-STM". Der Spitzenarm ist in der Lage, die Oberfläche Punkt für Punkt abzutasten. Der Arm dabei abgesenkt und führt die Spitze, einen Metallstab mit einem Magneten am oberen Ende, an die Probe. Sobald die Spitze auf der Oberfläche aufsetzt, wird ein Kontakt ausgelöst, der Arm wieder hochgezogen und der nächste Rasterpunkt angefahren. Über die vertikale Auslenkung des Spitzenarms wird die Höheninformation von der Probe erhalten und im selbstgeschriebenen Steuerprogramm des Makro-STMs zu einem dreidimensionalen Bild umgewandelt. Rastert man dann die Probe mit ausreichend hoher Auflösung (5x5nm) ab, so ist in der Lage z.B. die "atomare Auflösung" an einem Benzolmolekül auf einer quadratischen Oberfläche zu erhalten (rechtes Bild). Zusätzlich kann die Spitze von Hand mit einem Joystick bewegt werden um so gezielt Moleküle auf der Oberfläche zu manipulieren.

[1] D.M. Eigler und E.K. Schweizer, Nature **344**, 524 (1990).

[2] S.-W. Hla, L. Bartels, G. Meyer und K.-H. Rieder, Phys. Rev. Lett. **85**, 2777 (2000).