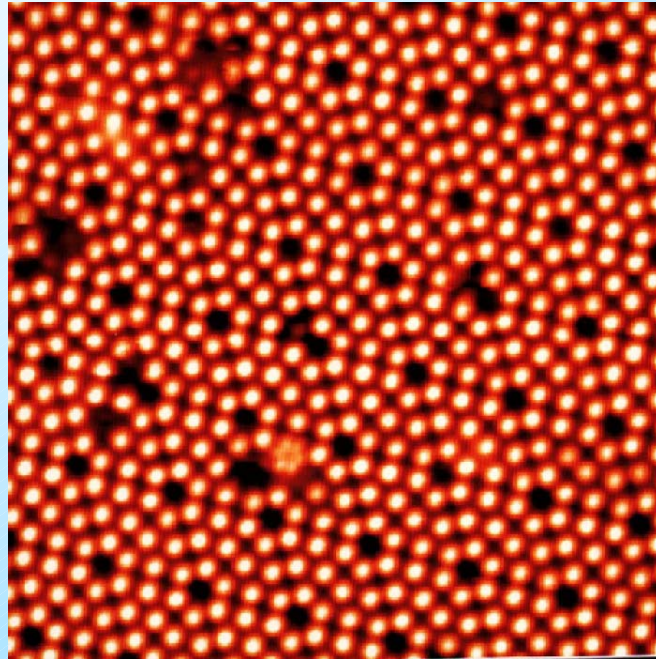
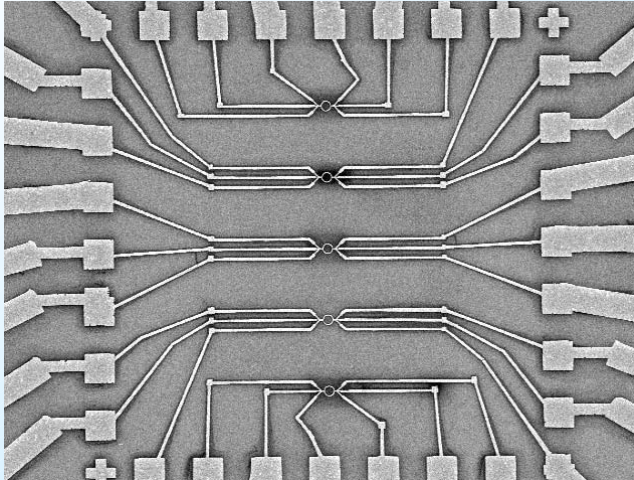


Atome sehen



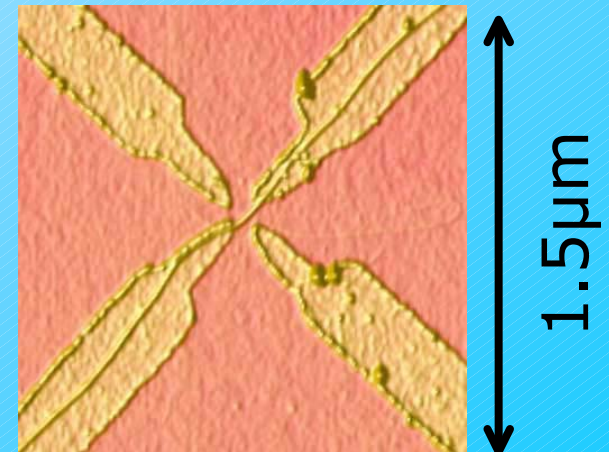
**Mikroskopische Methoden
mit atomarer Auflösung**

Leiterbahnen von IC's

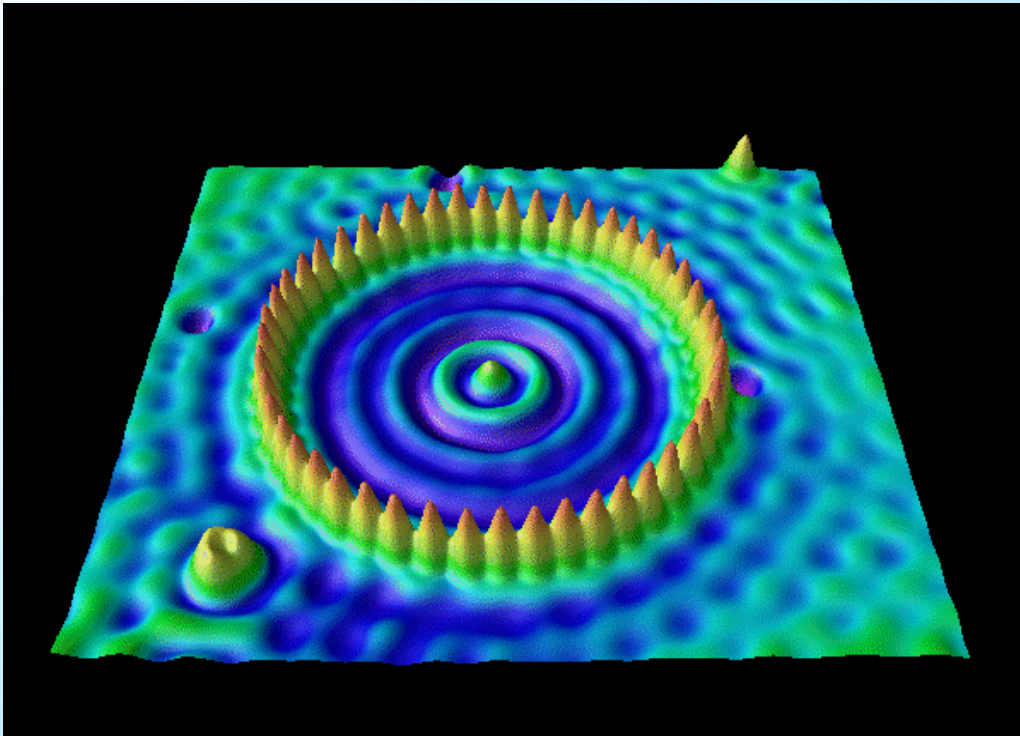


- Strukturen zu klein für optisches Mikroskop
- Heute: 90nm Leiterbahnen

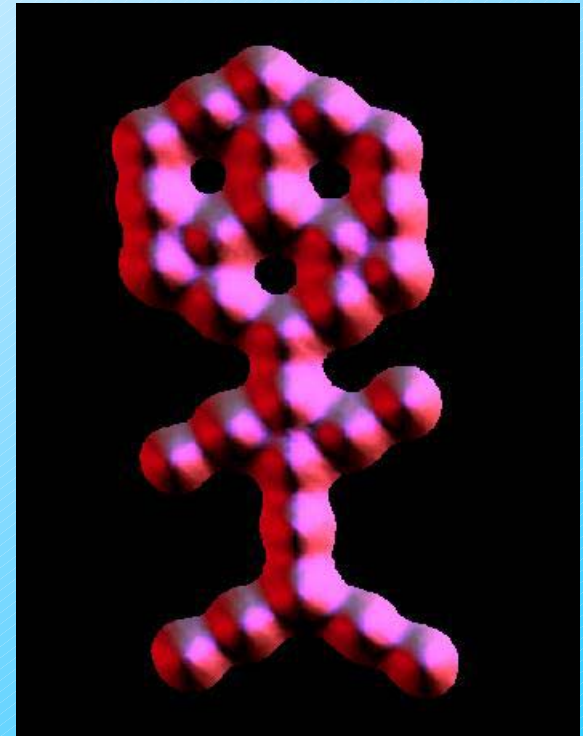
- Sehr kleine Strukturen können erzeugt werden.
- Man will sie aber auch überprüfen können



Der Reiz und die Attraktivität (schöne Bildchen)

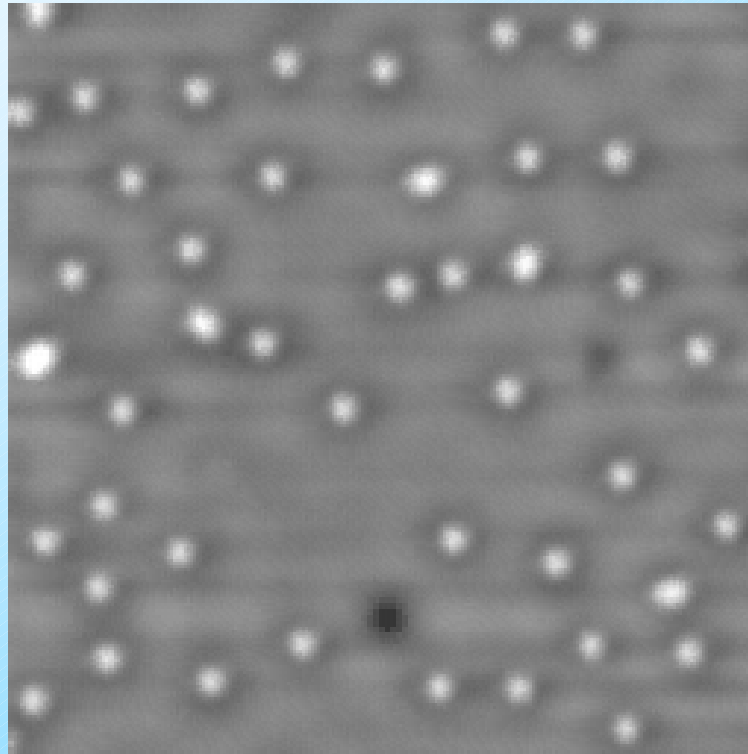


**Quantengatter
als Quantentopf**



**STM-Männchen
aus Xenon**

Diffusion einzelner Kupferatome auf einer Metalloberfläche



Es ist endlich möglich, die Bewegung einzelner Atome zu verfolgen

Nobelpreise 1986



The Nobel Prize in Physics 1986

"for his fundamental work in electron optics, and for the design of the first electron microscope" "for their design of the scanning tunneling microscope"



Ernst Ruska



Federal Republic of Germany

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft

Berlin, Germany

1906 - 1988



Gerd Binnig



Federal Republic of Germany

IBM Zurich Research Laboratory Rüslikon, Switzerland

1947 -



Heinrich Rohrer



Switzerland

IBM Zurich Research Laboratory Rüslikon, Switzerland

1933 -



Press Release: The 1986 Nobel Prize in Physics

KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

15 October 1986

The Royal Swedish Academy of Sciences has decided to award the 1986 Nobel Prize in Physics by one half to

Professor. **Ernst Ruska**, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin, Federal Republic of Germany, **for his fundamental work in electron optics, and for the design of the first electron microscope**

and the other half, jointly to

Dr **Gerd Binnig** and Dr **Heinrich Rohrer**, IBM Research Laboratory, Zurich, Switzerland, **for their design of the scanning tunnelling microscope.**

- **FIM** = **Feldionenmikroskop**
- **SEM** = **Rasterelektronenmikroskop**
- **TEM** = **Transmissionselektronen-
mikroskop**
- **STM** = **Rastertunnelmikroskop**
- **AFM** = **Rasterkraftmikroskop**
- **SNOM** = **Optisches Nahfeld
Rastermikroskop**

De Broglie - Wellen

Jedes Teilchen ist auch gleichzeitig eine Welle

mit einer Wellenlänge: $\lambda = h / p$

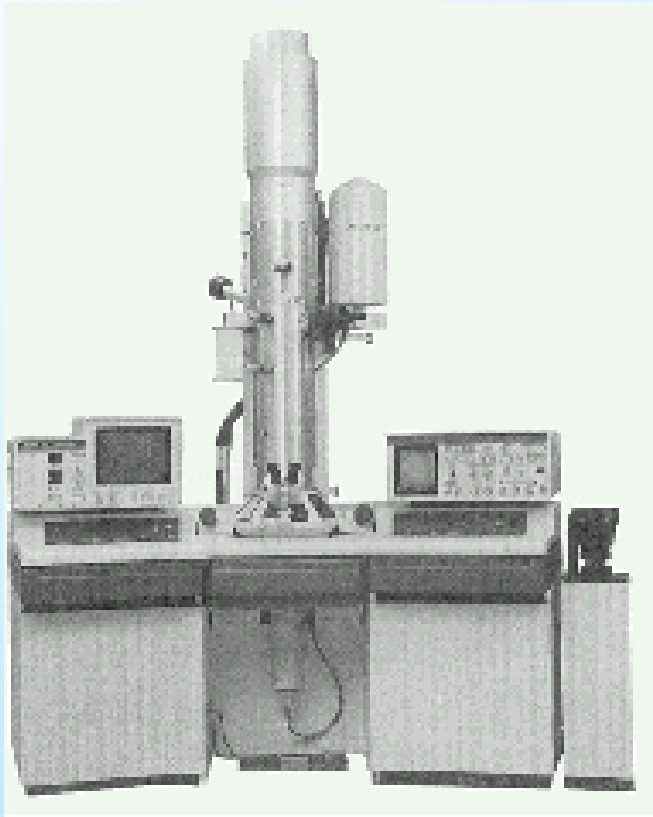
h = Planck'sches Wirkungsquantum

p = Teilchenimpuls

zudem gilt zusätzlich: $p = \sqrt{2mE}$

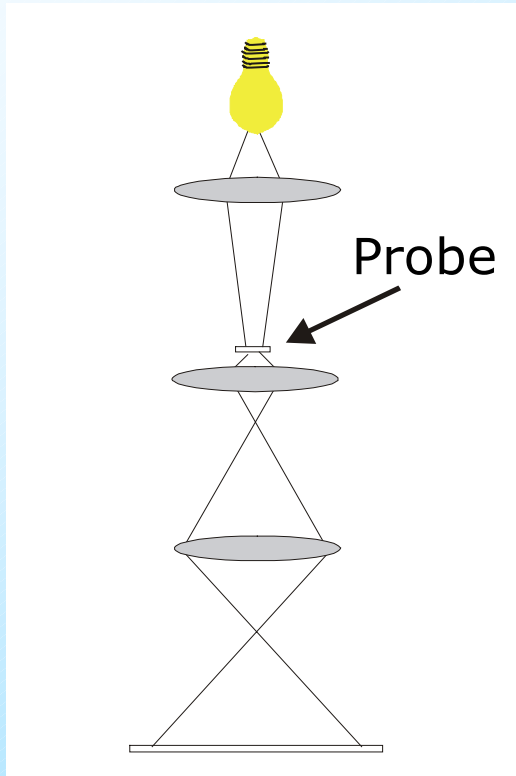
Somit erhält man eine Beziehung zwischen Wellenlänge und Energie. Je größer die Energie, desto kleiner können die noch abzubildenden Strukturen sein.

Elektronenmikroskop (TEM/SEM)

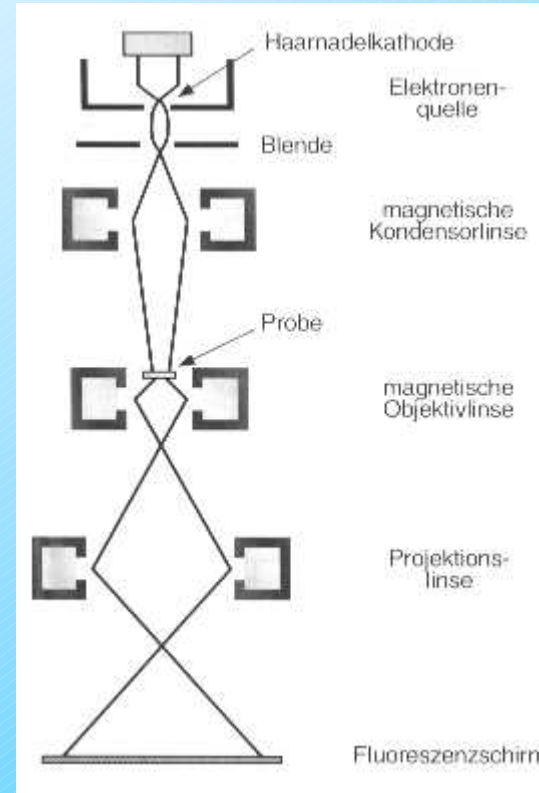


Handelsübliche Elektronenmikroskope

TEM Prinzip

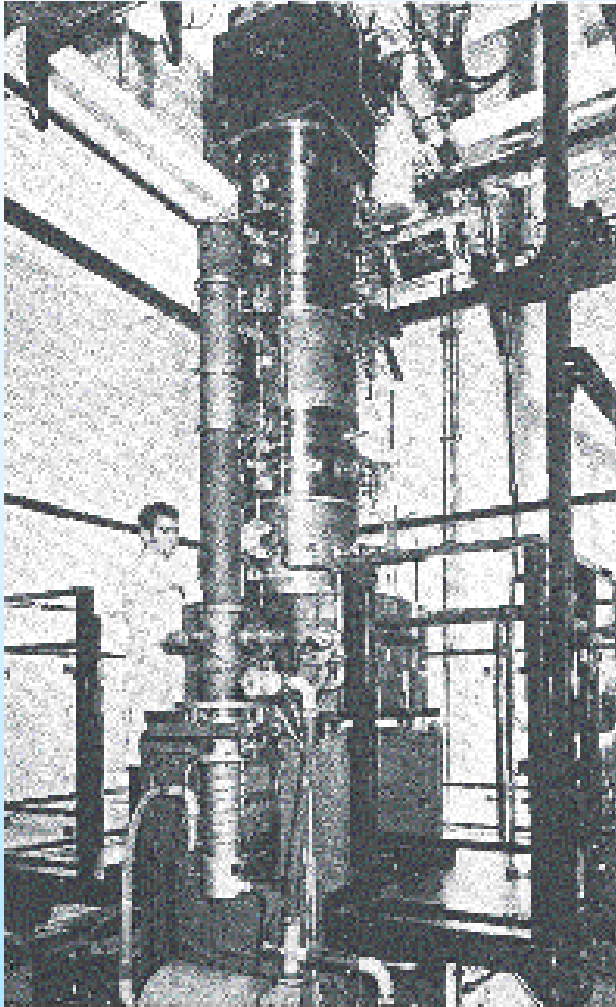


Durchlichtmikroskop



Elektronenmikroskop

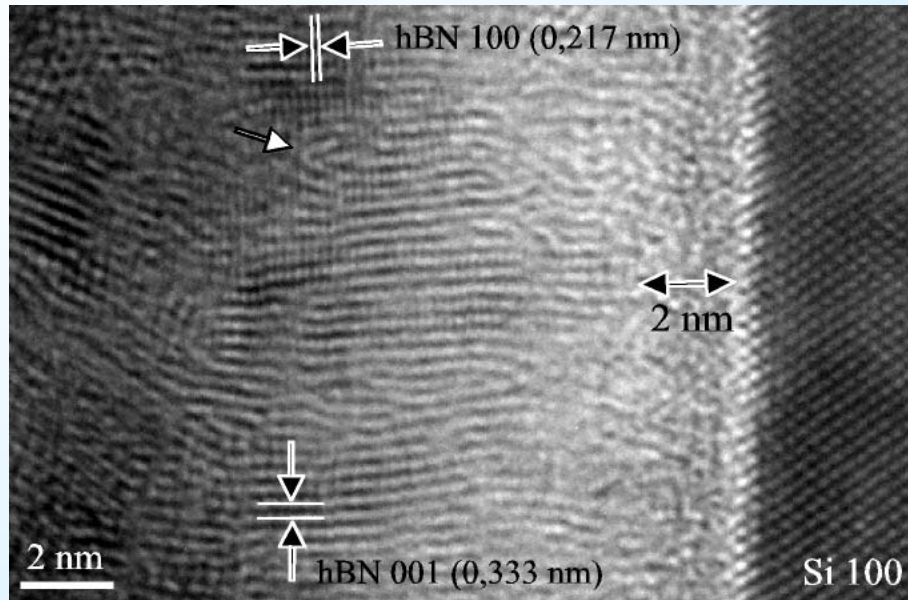
1.5GeV TEM von Toulouse



**TEM am Institute
d'Optique Électronique
in Toulouse.**

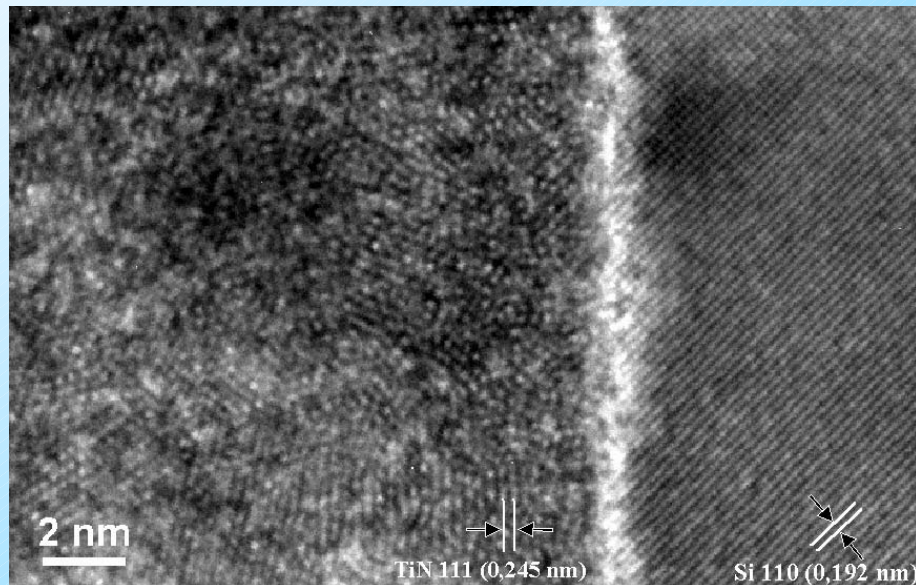
**Höhe: 2.6m
Max: 1.5GeV**

Schichtübergänge



Aufnahme vom Interfacebereich einer BN Schicht auf einem Si(100)-Substrat.

Präparation: Ionenstrahldünnen.

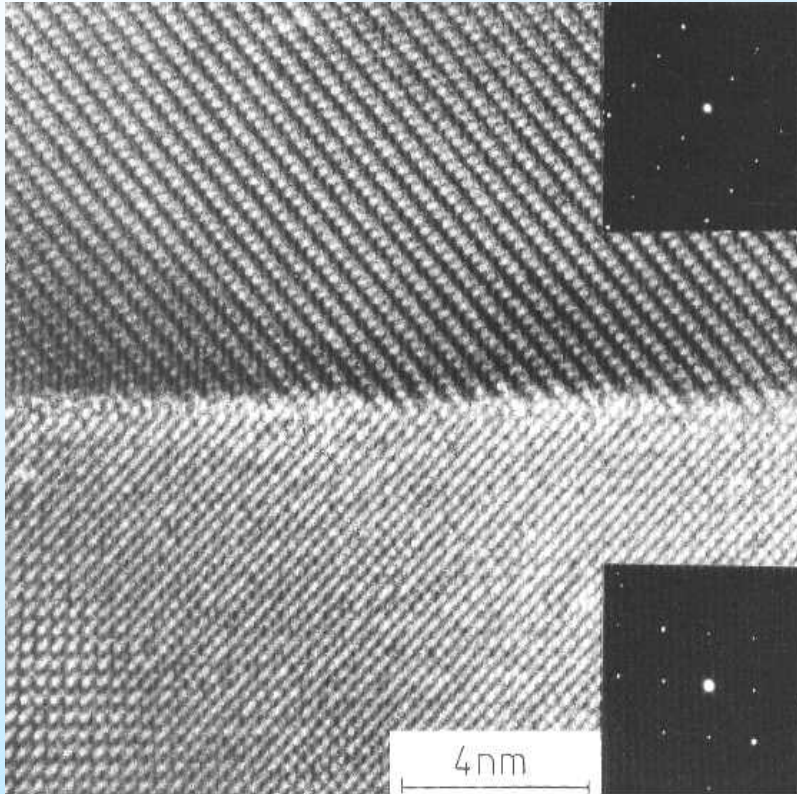


Aufnahme vom Interfacebereich einer TiN-Schicht auf Si-Substrat.
Präparation: Ultramikrotom.

Nominelle Schnittdicke: 30 nm.

(Doktorarbeit vom Herrn Wiescher, 2001)

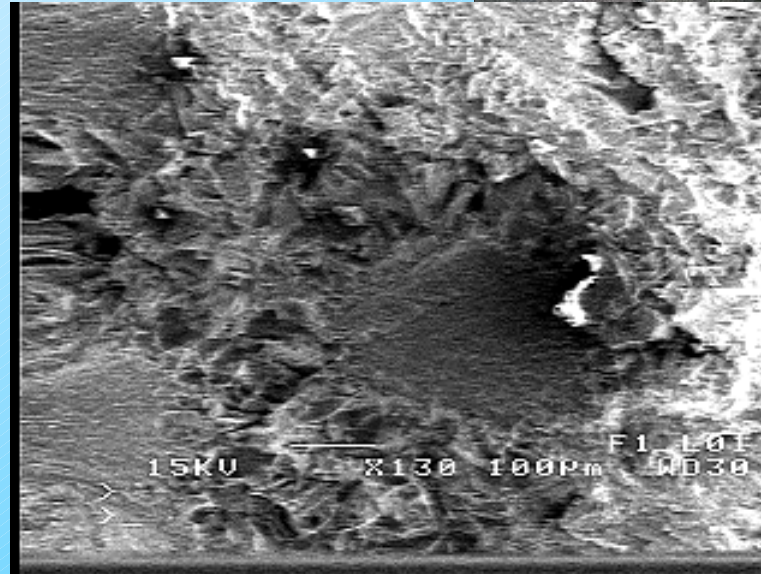
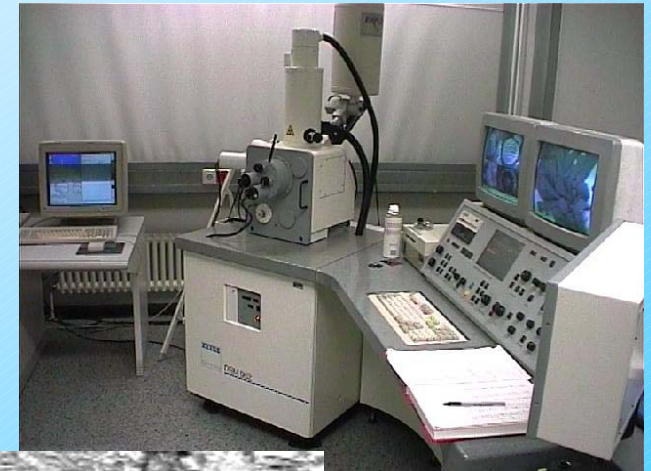
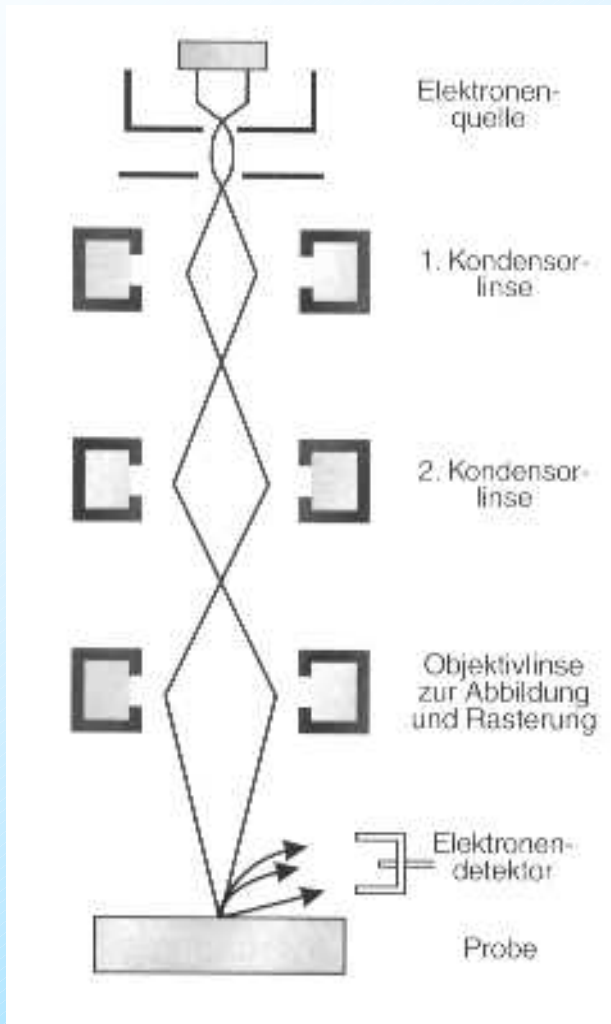
Halbleiter-Schichtübergang



Atomebenenverlauf in der Nähe der Grenzfläche zwischen den epitaktischen Schichten TiC und Al_2O_3 .

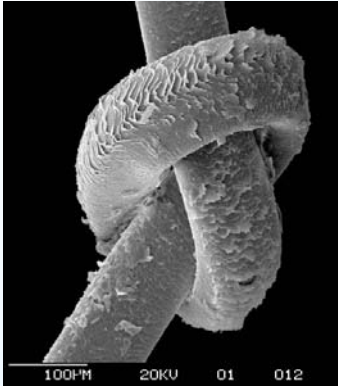
Die Atomebenen verlaufen bis zur Korngrenze ohne Bildung einer amorphen Zwischenschicht

Rasterelektronenmikroskop (SEM)



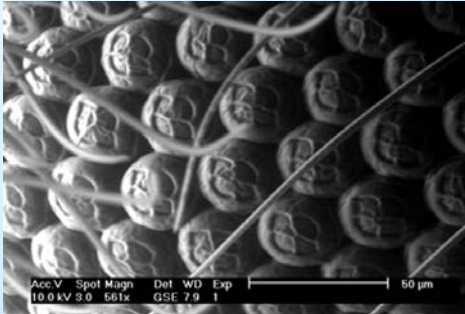
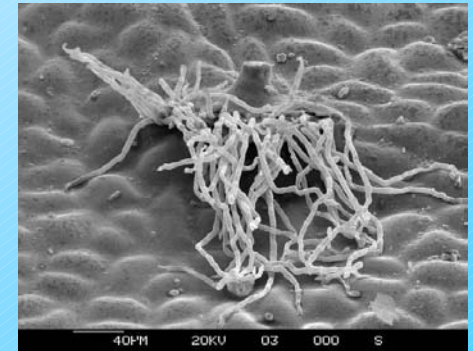
Atomare
Auflösung bei
Metallen

Einige SEM-Bilder



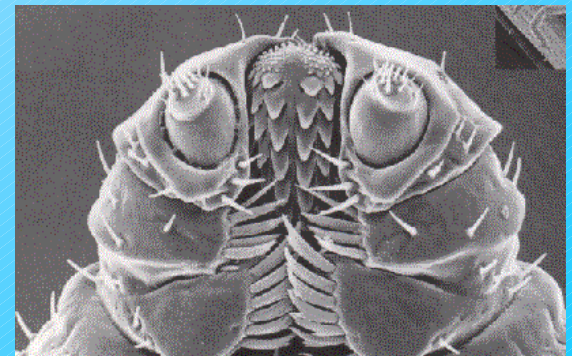
Knoten, menschliches Haar mit abgespreizten Schuppen

Pilzbefall auf einer Blattoberfläche

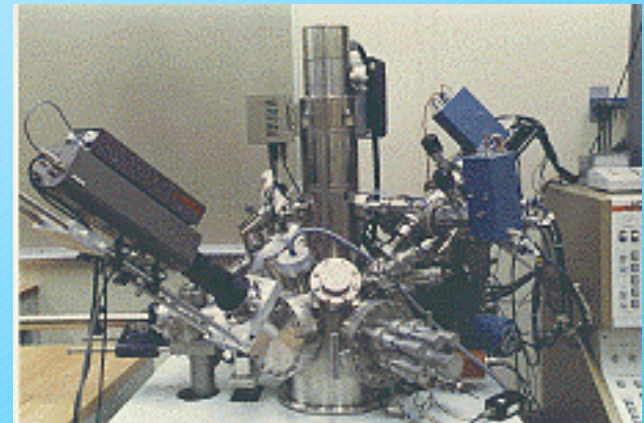
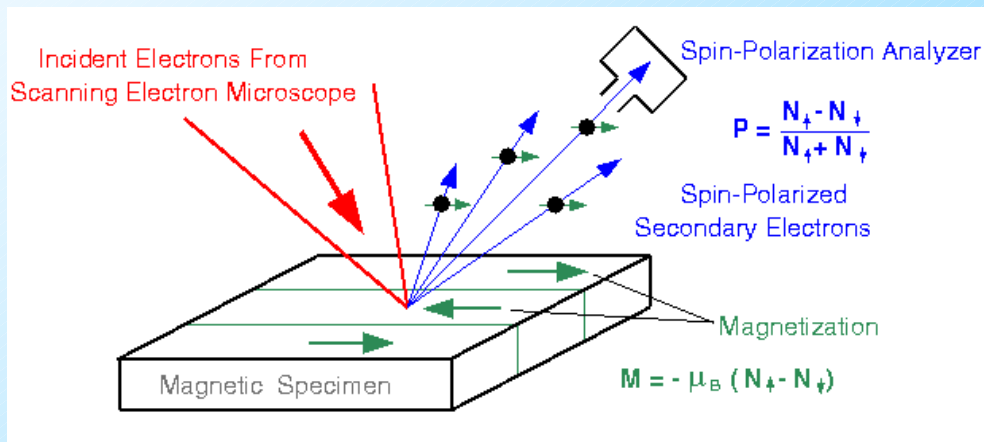


Fliegenauge

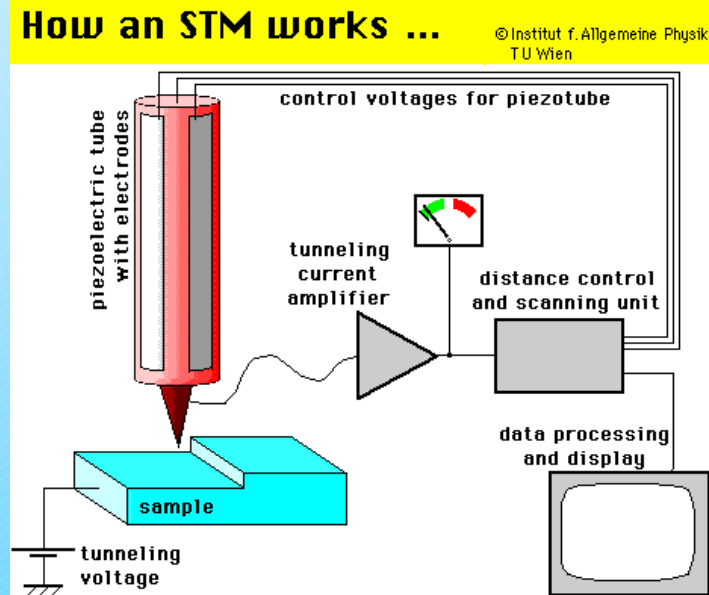
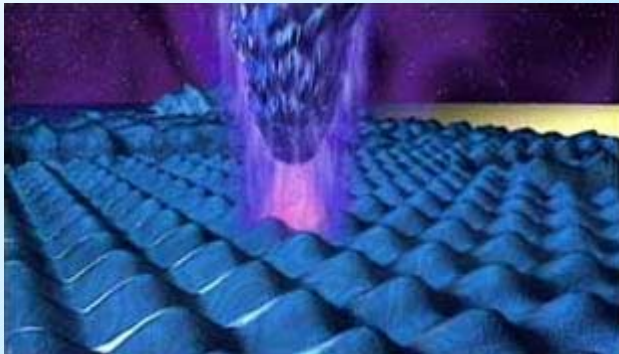
Die braune Hundezecke



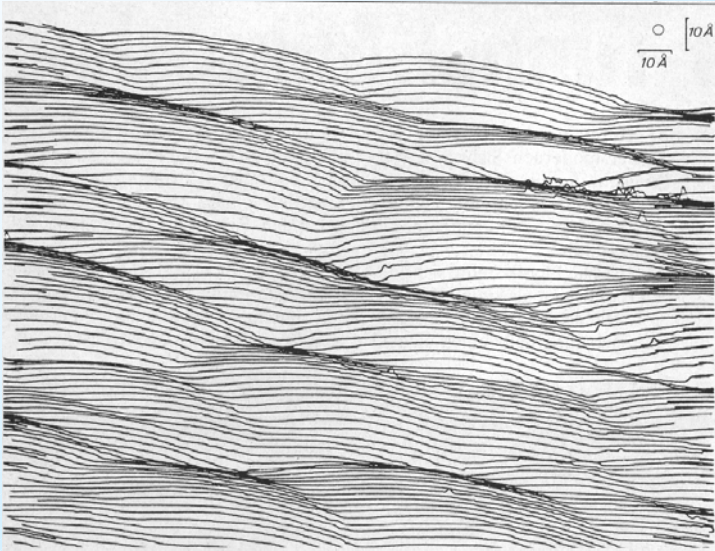
Rasterelektronenmikroskop mit Polarisationsanalyse (SEMPA)



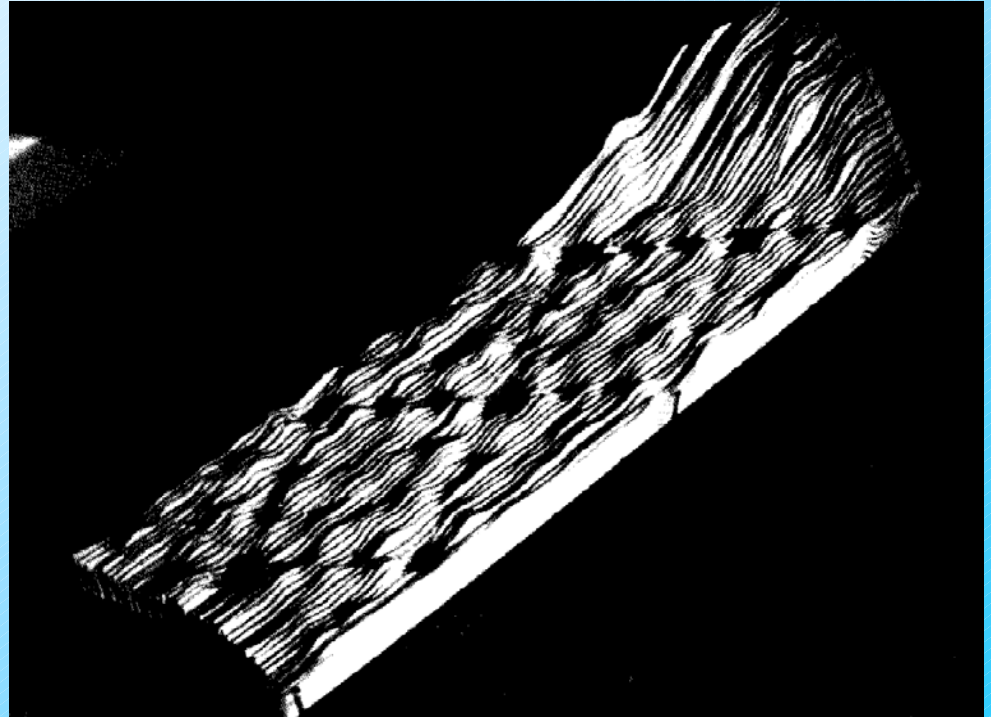
Prinzip des Rastertunnelmikroskops (STM)



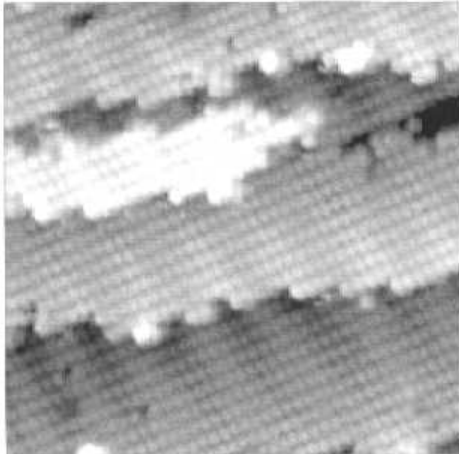
Erste STM Messungen von Binnig und Rohrer 1982



Auf dem XY-Schreiber

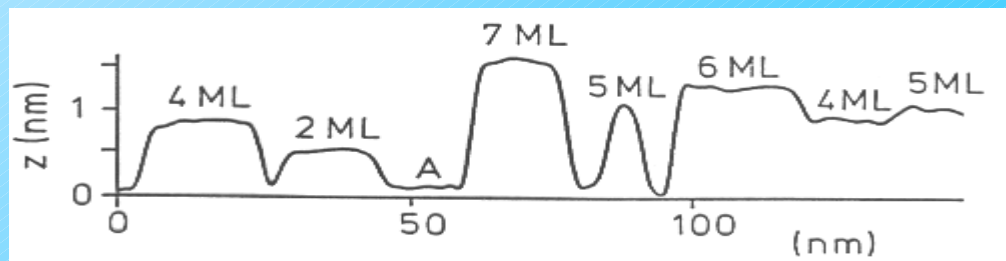
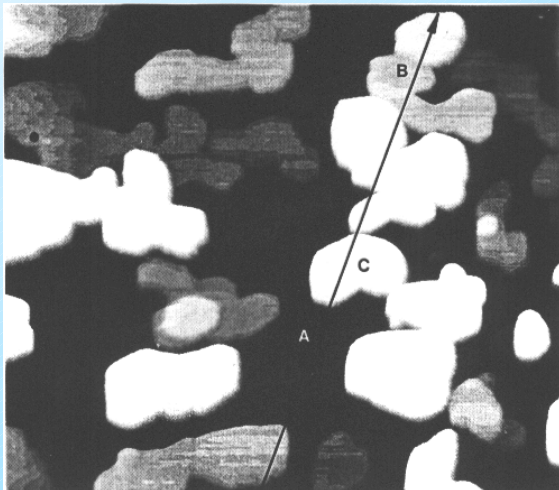
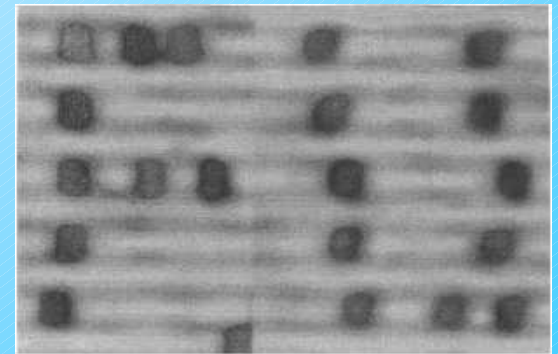


STM-Bilder



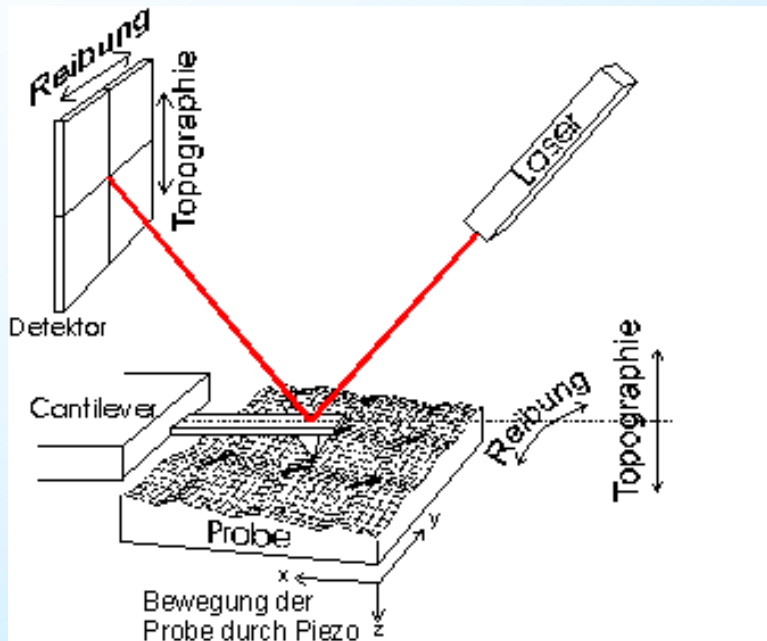
Arsenatome auf GaAs (17nm x 17nm). Nichtperiodische Strukturen wie Leerstellen und Stufen können auf atomarer Skala untersucht werden

Buchstabenanordnung aus einzelnen CO-Molekülen auf Kupfer



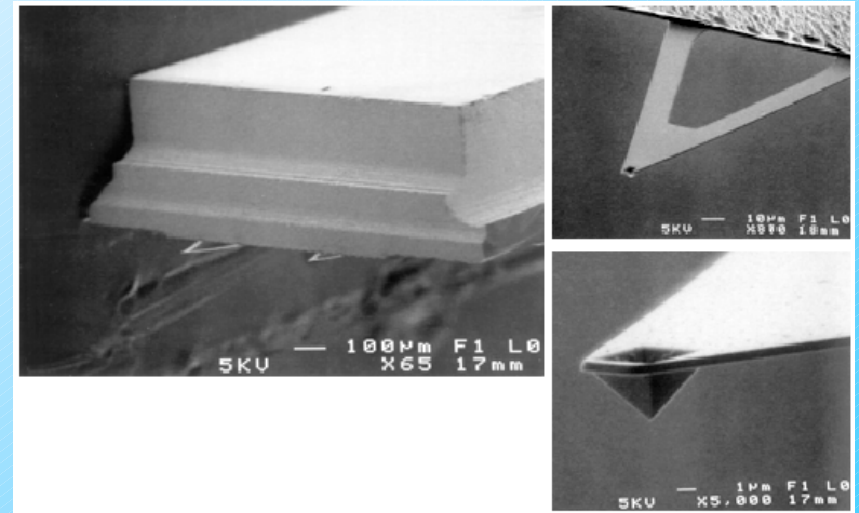
Silber auf Wolfram

AFM mit Cantilever



AFM-Prinzip

SEM-Aufnahme eines Cantilevers



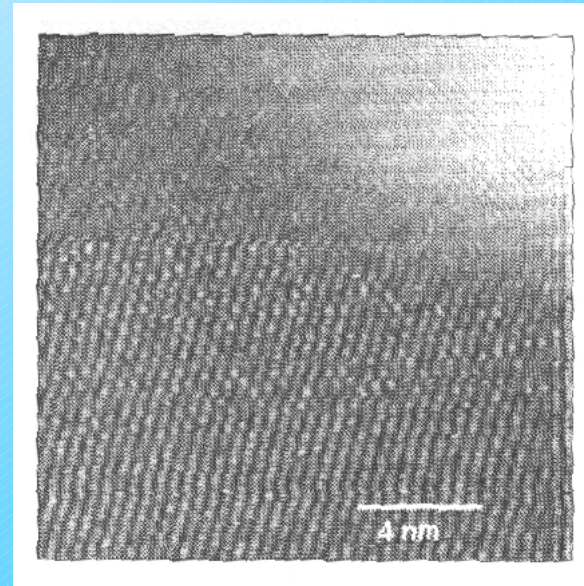
Länge der Feder: 200 μm
Höhe der Spitze: 3 μm

Bilder AFM



Topographische 3D-Darstellung der roten Blutzellen

Atomare Auflösung von MoS_2 (oben rechts) und Glimmer



Mit AFM kann man auch nichtleitende Objekte betrachten!

DNA in AFM

