

Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg

Sonderforschungsbereich 668  
Institut für Angewandte Physik  
Universität Hamburg  
Jungiusstr. 11  
20355 Hamburg  
Heiko Fuchs  
Öffentlichkeitsarbeit  
Tel.: (0 40) 428 38 – 69 59  
Fax: (0 40) 428 38 – 24 09  
hfuchs@physnet.uni-hamburg.de

## Pressemitteilung

Hamburg, 03.04.2008

Heute auf der Titelseite von „Science“:

## Atomare Bits im Blick

*Eine Hamburger Forschergruppe wirft den ersten direkten „Blick“ auf die Magnetisierung einzelner Atome. Wie die renommierte Zeitschrift „Science“ in der Ausgabe vom 04.04.2008 berichtet, gelang es Focko Meier, Lihui Zhou, Jens Wiebe und Roland Wiesendanger die magnetische Ausrichtung einzelner Atome, die auf einer metallischen Unterlage liegen, erstmals direkt abzubilden. Damit ist die Grundlage geschaffen, den Zustand des kleinstmöglichen Bits der magnetischen Speichertechnologie, das man sich vorstellen kann, auszulesen. Bereits im September vergangenen Jahres hat die Forschungsgruppe um Roland Wiesendanger in einer ebenfalls in der Zeitschrift „Science“ veröffentlichten Arbeit gezeigt, dass auch magnetische Schreibprozesse bis in atomare Dimensionen möglich sind.*

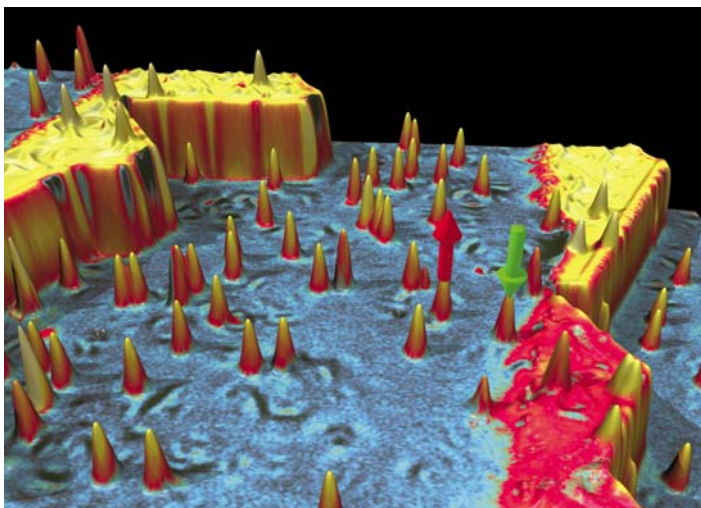
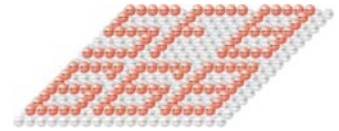


Abbildung der mit der magnetischen Spitze des Rastertunnelmikroskops abgetasteten Cobalt-Atome, die auf einer gestuften Platinunterlage (blau) liegen. An den Stufen der Platinunterlage sind zusätzlich so genannte Cobalt-Streifen zu sehen (gelb und rot), die aus vielen hundert dicht gepackten Cobalt-Atomen bestehen. Diese sind magnetisch stabil und dienen der Kalibrierung des Lesekopfes (Spitze). Gelbe Streifen sind nach oben, und rote nach unten magnetisiert. Interessanterweise verhalten sich die Cobalt-Atome in der Nähe der Streifen ebenfalls magnetisch stabil. Ihr Zustand ("0" oder "1") hängt vom Abstand zum Streifen, und von dessen Magnetisierungszustand ab (siehe Pfeile).

Die stetig zunehmende Miniaturisierung heute üblicher elektronischer Geräte wie Mobiltelefone, oder Digitalkameras erfordert immer leistungsfähigere Speicher, welche die Flut der Daten auf kleinstem Raum erfassen können. Daher gab es in den letzten Jahrzehnten einen dramatischen Anstieg der Speicherdichte von magnetischen Datenspeichern, der im Wesentlichen durch die stetige Verkleinerung der Grundbausteine solcher Speicher, der Bits, erreicht wurde. Solche Bits sind voneinander isolierte magnetische Einheiten, deren Magnetisierung nach oben ("1") oder nach unten ("0") ausgerichtet werden kann, um Information zu speichern. Der Magnetisierungszustand des Bits kann anschließend mittels eines geeigneten Lesekopfes wieder ausgelesen werden, um auf die Information zuzugreifen.



Wäre man nun in der Lage, Bits aus einzelnen Atomen herzustellen, so ergäben sich immens hohe Speicherdichten. Es gibt bereits Ideen, solche atomaren Bits, bei denen die quantenmechanischen Eigenschaften zutage treten (so genannte Qubits), für völlig neuartige Rechenverfahren zu nutzen, um in so genannten Quantencomputern die Rechengeschwindigkeit zu erhöhen. Die wichtigste Voraussetzung für solche Technologien ist, dass der Magnetisierungszustand solch eines Qubits überhaupt ausgelesen werden kann.

Hamburger Wissenschaftlern ist es nun gelungen, den Magnetisierungszustand des kleinstdenkbaren Bits, eines einzelnen magnetischen Atoms, das auf einer nichtmagnetischen Unterlage liegt, auszulesen. Dazu benutzten sie Cobalt-Atome, die auf eine Platinunterlage aufgebracht wurden (siehe Abbildung). Als Lesekopf dient die magnetisch beschichtete Spitze eines Rastertunnelmikroskops, mit deren Hilfe die Atome berührungslos in einem Abstand von wenigen Atomdurchmessern abgetastet werden.

Bevor allerdings mithilfe solcher Strukturen funktionierende Speichermedien gebaut werden können, sind noch große Herausforderungen zu überwinden. Bei magnetischen Speichern ist essentiell, dass die Magnetisierung der Bits nicht von selbst von "1" nach "0" schaltet, da sonst die Information verloren gehen würde. Die Bits müssen also bei Raumtemperatur "magnetisch stabil" sein. Wie die Hamburger Forschergruppe festgestellt hat, ist dies für die von ihnen untersuchten Cobalt-Atome selbst bei extrem tiefen Temperaturen von  $-273\text{ °C}$  nahe dem absoluten Nullpunkt nicht der Fall: Die Cobalt-Atome schalten statistisch zwischen "1" und "0" und können nur mithilfe eines von außen angelegten Magnetfeldes in einen bevorzugten Zustand gezwungen werden. Dies kommt einem Löschvorgang des gesamten Speichers gleich, da anschließend alle Bits im selben Zustand sind, d.h. der Informationsgehalt ist Null. Dagegen sind aus vielen hunderten solcher Cobalt-Atome zusammengesetzte "Streifen" bei diesen Temperaturen schon magnetisch stabil (siehe Abbildung). Eine weitere Schwierigkeit liegt in der wechselseitigen Beeinflussung der Bits. Bei den Untersuchungen in Hamburg hat sich interessanterweise gezeigt, dass der Magnetisierungszustand benachbarter Bits über das Substrat koppelt. Ist ein Bit im Zustand "0", so kann ein benachbartes Bit in den Zustand "1" gezwungen werden. Dieser Effekt wirkt sich ebenfalls störend auf die Speicherstabilität aus. Mithilfe der in Hamburg etablierten Technik können nun verschiedene Materialkombinationen der Unterlage und der Bits auf magnetische Stabilität und Kopplung getestet werden, mit dem Ziel, bei tiefen Temperaturen das Konzept eines Speichers mit atomaren Qubits zu demonstrieren.

#### **Originale Veröffentlichung:**

*F. Meier, L. Zhou, J. Wiebe, and R. Wiesendanger,*

#### **Revealing magnetic interactions from single-atom magnetization curves**

Science **320**, 82-86 (2008)

doi: 10.1126/science.1154415

#### **Weiterführende Internet-Seiten:**

<http://www.sfb668.de>

<http://www.nanoscience.de>

#### **Weitere Informationen:**

Dipl.-Chem. Heiko Fuchs

Sonderforschungsbereich 668

Universität Hamburg

Jungiusstr. 11a

20355 Hamburg

Tel.: (0 40) 4 28 38 - 69 59

Fax.: (0 40) 4 28 38 - 24 09

E-Mail: [hfuchs@physnet.uni-hamburg.de](mailto:hfuchs@physnet.uni-hamburg.de)

URL: <http://www.hansenanotec.de>