

SCIENOX

Auf der Suche nach dem verlorenen Wissen

MISSION APOLLO

www.scienox.de

wissenschaft  im dialog

ATOME IN GEFANGENSCHAFT

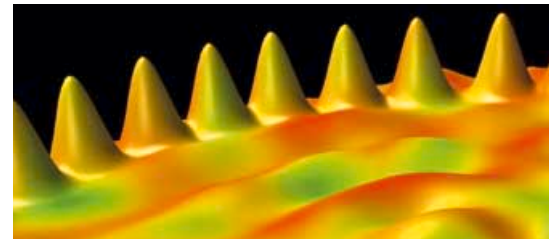
Atome sind die Bausteine unserer Welt. Und mit dem richtigen Equipment kann man eine ganze Menge über sie herausfinden. Nötig ist dazu neben viel Geduld vor allen Dingen eins: eine Falle, in der die Atome eingesperrt werden können. Isoliert, ohne störende Umwelteinflüsse und über einen längeren Zeitraum auf ein winziges Volumen fixiert, können sie dann auf Tiefsttemperaturen abgekühlt, einzeln arrangiert oder einfach nur auf ihre Eigenschaften wie beispielsweise ihre Masse hin untersucht werden. Dabei arbeiten die meisten Fallen nach dem selben Prinzip: Sie nutzen die Kräfte, die Ladungen in elektromagnetischen Feldern erfahren. Dennoch muss man zwischen den einzelnen Fallen sehr fein unterscheiden.

Bereits seit einigen Jahrzehnten im Einsatz ist die so genannte „Paul-Falle“. Hier erzeugen insgesamt sechs Elektroden ein elektrisches Feld, das einmal eingeschlossene geladene Atome – Ionen – nicht mehr entkommen lässt. Wie bei einer Kugel auf einem rotierenden Sattel wird die rücktreibende Kraft, die auf die Kugel wirkt, größer, je weiter sich diese vom Zentrum der Fläche entfernt. Das Ion ist eingesperrt.

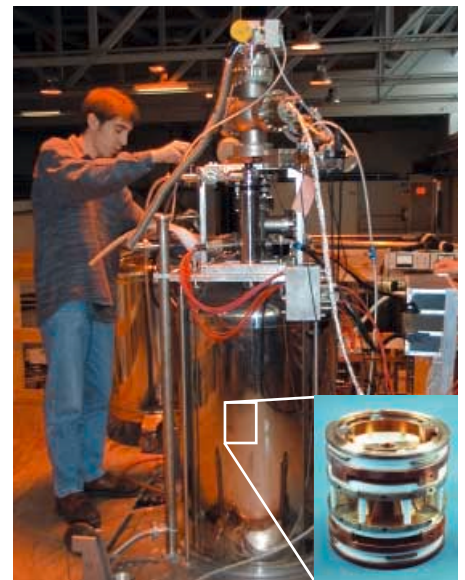
Ebenfalls auf Ionen fixiert ist die „Pening-Falle“. In ihr sorgt ein Team aus magnetischem und elektrischem Feld für den Einschluss. So eingezwängte Ionen vollführen einen Tanz nach einem ganz bestimmten Rhythmus. Mit seiner Hilfe bestimmen zum Beispiel Forscher am Forschungszentrum CERN in den Schweizer Alpen die Masse besonders kurzlebiger Elemente.

Aber nicht nur Ionen lassen sich fangen. Neutrale Atome können zwar nicht durch elektrische Felder „hinter Gitter“ gebracht werden, wohl aber durch magnetische. Egal ob geladen oder neutral, manche Atome besitzen ein eigenes magnetisches Moment, das durch die um den Atomkern kreisenden Elektronen erzeugt wird. Und genau auf dieses Moment wirkt – wie auf einen winzigen Stabmagneten – eine Kraft, sobald es einem ungleichmäßigen äußeren Magnetfeld ausgesetzt ist. Wie das einer so genannten „Magnetischen Mikrofalle“, der neusten Entwicklung auf dem Markt der Atomfallen. Wie der Name schon andeutet, sind diese winzig und passen auf einen Mikrochip. Erzeugt durch eingetätzte Leiterbahnen, kann das Fallenfeld Atome fixieren oder wie auf einem Miniaturförderband transportieren.

Einmal in die magnetische Mikrofalle eingeschleust, gibt es für gefangene Atome praktisch kein Entkommen mehr. Auf sie wirken Kräfte, die die Schwerkraft um das bis zu 100.000fache übersteigen können!

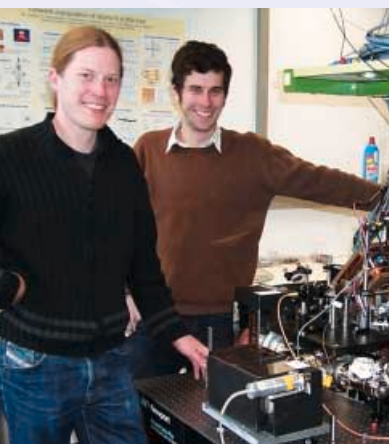


Kunstvoll arrangierte Atome auf einer Metalloberfläche: Die Atome erscheinen als Kegel, die ein Oval bilden, 5.000 mal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haares. (Bild: IBM Almaden Research Center, USA)



Mit Hilfe einer Penning-Falle (kleines Bild) vermisst die Gruppe um Dr. Klaus Blaum (links) Isotopenmassen. Dabei kommen Magnetfelder zum Einsatz, die rund viermal so stark sind wie die von Elektromagneten, die auf Schrottplätzen Autos herumwuchten. (Bild: ISOLTRAP Kollaboration, Kontaktperson: Dr. Klaus Blaum, Universität Mainz, Institut für Physik, 55099 Mainz)

SONNE	
Radius Wasserstoffatom (H)	0,0000000529 Millimeter = 60457facher Radius des H-Atomkerns
Verhältnis von Atomradius zu Atomkernradius ist wie...	...das Verhältnis eines 300 Meter hohen Wolkenkratzers zu einem 5 Millimeter großen Kirschkern
Typische Geschwindigkeiten von...	
... Atomen in der Luft	1000 Kilometer pro Stunde (Düsenjet)
... Atomen in einer Falle	1 Meter pro Stunde (langsamer als eine Schnecke)



Dipl.-Phys. Philipp Treutlein* (links),
Doktorand am Max-Planck-Institut
für Quantenoptik und der LMU
München

*zusammen mit dem Doktoranden
Tilo Steinmetz neben einem Mikrofallen-
Experiment (rechts)

10 FRAGEN AN DIPL.-PHYS. PHILIPP TREUTLEIN

- 1. Warum sind Sie Wissenschaftler geworden?**
Weil ich ganz genau verstehen möchte, wie die Welt im Innersten funktioniert. Besonders fasziniert mich die mikroskopische Welt der Atome. Außerdem kann Wissenschaft unglaublich spannend sein: etwas zu beobachten und zu verstehen, was vorher noch kein anderer Mensch gesehen hat.
- 2. Mit welchem historischen Kollegen würden Sie gern essen gehen?**
Mit Werner Heisenberg, einem der Begründer der Quantentheorie der Atome. Mich würde interessieren, wie er sich diese Theorie ausdenken konnte, denn sie widerspricht in vielem unserer alltäglichen Erfahrung, und ist doch die beste und genaueste Theorie, die wir kennen.
- 3. Was war die wichtigste Entdeckung?**
Da gibt es viele. Für die Forschung mit gefangenen Atomen und Ionen ist der Laser eine der wichtigsten Erfindungen.
- 4. Welche Entdeckung erhoffen Sie sich für die Zukunft?**
Wirklich neue Entdeckungen lassen sich kaum vorhersehen. Ich würde mir jedoch wünschen, in einem Experiment Phänomene der Quantentheorie mit einem möglichst alltäglichen Gegenstand zu demonstrieren. Ein einzelnes Atom kann z.B. – das ist experimentell nachgewiesen – an zwei verschiedenen Orten gleichzeitig sein, aber können ein Sandkorn oder eine Billardkugel das unter bestimmten Bedingungen auch?
- 5. Ihr schönstes Erlebnis als Forscher?**
Eines der schönsten Erlebnisse hatte ich als Student, als ich zum ersten Mal ein eigenes Experiment aufgebaut hatte: Ich konnte Atome mit Hilfe von Licht und Magnetfeldern ganz gezielt fangen, bewegen und mit eigenen Augen beobachten. Das war unglaublich faszinierend.
- 6. Wie entspannen Sie sich?**
Beim Bergsteigen, Segeln, bei Musik...
- 7. Ihre größte Schwäche?**
Der Kuchen aus der Konditorei neben unserem Labor!
- 8. Ihr Lieblingsspiel?**
Das Experimentieren in unserem Labor ist manchmal so etwas wie LEGO spielen für Erwachsene.
- 9. Wovon träumen Sie?**
Von vielen Dingen... manchmal auch – wie wahrscheinlich jeder Physiker – davon, ein ganz neues physikalisches Phänomen zu entdecken.
- 10. Was kann die Wissenschaft nicht erklären?**
Es gibt bestimmte physikalische Ereignisse, wie z.B. der Zerfall eines einzelnen Atoms, die zufällig sind. Wir haben absolut keine Möglichkeit, den genauen Zeitpunkt des Zerfalls vorherzusagen. Auch das ist eine Aussage der Quantentheorie. Das bedeutet auch, dass wir die Zukunft nicht beliebig genau voraussagen können.

Mehr Informationen zur Arbeit von Philipp Treutlein findest du unter:
<http://www.mpq.mpg.de/~jar/>