

## Q 50: Ultrakalte Atome (Einzelne Teilchen und Ionenfallen)

Zeit: Mittwoch 16:30–18:30

Raum: 5D

Q 50.1 Mi 16:30 5D

**Deterministic strong coupling of a well-controlled number of trapped atoms to the mode of a high-finesse optical resonator** — ●MKRZYCH KHUDAVERDYAN, WOLFGANG ALT, IGOR DOTSENKO, MKRZYCH KHUDAVERDYAN, DIETER MESCHÉDE, DIETER MESCHÉDE, SEBASTIAN REICK, and ARNO RAUSCHENBEUTEL — Institut für Angewandte Physik, Wegelerstr. 8, D-53115 Bonn

To realize quantum information processing with neutral atoms, controlled coherent interaction between them is a fundamental requirement. One approach relies on deterministic coupling of two or more atoms to the mode of a high-finesse optical resonator in the strong coupling regime. An essential prerequisite for all known entanglement schemes is the stability of the atom-photon coupling strength.

We present our latest results on the deterministic placement of a few atoms down to a single atom inside the mode of a high-finesse resonator. This is achieved by combing our number-triggered loading technique with the ability to place atoms at a predetermined position along our conveyor belt with sub-micrometer precision. The presence of atoms inside the resonator is detected by monitoring the modification of the transmission of a probe laser beam. Long observation times up to several seconds are achieved by choosing appropriate settings of cavity and probe laser beam parameters. In addition, we discuss the quantification, stabilization and optimization of the atom-photon coupling strength.

Q 50.2 Mi 16:45 5D

**Koinzidenz-Kalibrierung eines Einzelatomdetektors für Atomchips** — ●ALEXANDER STIBOR<sup>1</sup>, SEBASTIAN KRAFT<sup>1</sup>, ANDREAS GÜNTHER<sup>1</sup>, TOM CAMPEY<sup>2</sup>, DAVID KOMMA<sup>1</sup>, JÓZSEF FORTÁGH<sup>1</sup>, CHRIS VALE<sup>2</sup>, HALINA RUBINSZTEIN-DUNLOP<sup>2</sup> und CLAUD ZIMMERMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut der Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 14, D-72076 Tübingen — <sup>2</sup>School of Physical Sciences, The University of Queensland, St Lucia 4072, Australia

Die Möglichkeit eine kleine Anzahl von Atomen auf einem Mikrochip zu fangen und zu manipulieren eröffnet eine Vielzahl interessanter Experimente zur Physik der ultrakalten Quantengase. Dafür wird jedoch eine neue Detektionsmethode für einzelne Atome benötigt. Wir präsentieren ein solches Detektionsschema für kalte Atome in einer magnetischen Mikrofalle auf einem Atomchip. Dabei werden Rubidium-Atome direkt auf dem Chip durch Laserionisation nachgewiesen. In einem Testaufbau wird der Detektor durch Elektronen-Ionen Koinzidenzen kalibriert. Außerdem wird die Möglichkeit diskutiert, mit der gemessenen Detektionseffizienz von über 50%, ein Atomensemble mit sub-Poissonscher Genauigkeit zu zählen.

Q 50.3 Mi 17:00 5D

**Sub-micro second, state selective detection of a single <sup>87</sup>Rb atom in an optical dipole trap** — ●FLORIAN HENKEL<sup>1</sup>, MICHAEL KRUG<sup>1</sup>, FREDRIK HOCKE<sup>1</sup>, WENJAMIN ROSENFELD<sup>1</sup>, JÜRGEN VOLZ<sup>1</sup>, MARKUS WEBER<sup>1</sup>, and HARALD WEINFURTER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Department für Physik der LMU, Schellingstraße 4/III, 80799 München — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Straße 1, 85748 Garching

Fast and efficient, state selective detection of internal atomic states are a vital ingredient towards the realisation of long-distance atom-atom entanglement and for a future loophole-free test of Bell's inequality [1].

Starting from two highly entangled atom-photon pairs [2] as two space-separated sources for the Bell experiment, ordinary fluorescence techniques (typically a few 0.1 ms) prove to be far too slow as an atomic state detection tool. In order to keep the distance between the two local, simultaneous atomic state measurements on a reasonable, experimental level, sub-micro second detection of single <sup>87</sup>Rb atoms has to be realised.

Here, we propose to combine an efficient, hyperfine-state selective, laser-induced ionisation process [3] with an already implemented adiabatic population transfer, which should allow us to perform projective atomic spin measurements within some 220 ns.

[1] C. Simon and WTM Irvine, Phys. Rev. Lett. 91, 110405 (2003)

[2] Volz et al., Phys. Rev. Lett. 96, 030404 (2006)

[3] E. S. Fry and T. Walther and S. Li, Phys. Rev. A, 52, (1995)

Q 50.4 Mi 17:15 5D

**Trapping and observing single atoms in the dark.** — ●T. PUPPE, I. SCHUSTER, A. GROTHE, A. KUBANEK, K. MURR, P.W.H. PINKSE, and G. REMPE — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching, Germany

A single atom strongly coupled to a high-finesse cavity constitutes a fundamental quantum system of matter-light interaction. In experiments with couplings largely exceeding the decay rates, i.e. small mode volume, optical access from the side is difficult. Therefore, atoms are mostly stored in dipole traps based on a cavity mode. So far only red-detuned dipole traps have been realized [1].

We prepare a strongly coupled atom-cavity system by two-dimensional guiding and three-dimensional confinement of single atoms in blue-detuned cavity modes. The prominent characteristics of a blue-detuned dipole trap is, that at the trap center the free-space properties of the atom are preserved. In particular, the vanishing Stark shift is an advantage for the study of fundamental quantum effects as well as applications in quantum information processing. Strong coupling and the absence of a light shift is directly observed in the normal-mode spectrum of the system. With the help of the blue trap, we explore the possibility to detect the presence of the atom while scattering less than one spontaneous photon from the atom.

[1] J. Ye, et al. PRL **83**, 4987 (1999). P. Maunz, et al. *Nature* **428**, 50-52 (2004).

Q 50.5 Mi 17:30 5D

**Realisierung einer transparenten Mikrochip-Ionenfalle** — ●MARKUS DEBATIN<sup>1</sup>, MICHAEL KRÖNER<sup>2</sup>, JOCHEN MIKOSCH<sup>1</sup>, SEBASTIAN TRIPPEL<sup>1</sup>, NATHAN MORRISON<sup>1</sup>, MARKUS REETZ-LAMOUR<sup>1</sup>, PETER WOIAS<sup>2</sup>, ROLAND WESTER<sup>1</sup> und MATTHIAS WEIDEMÜLLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Freiburg — <sup>2</sup>Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg

Für die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Molekülonen und ultrakalten Atomen in einer magnetooptischen Falle (MOT) haben wir eine Radiofrequenz Mikrochip Ionenfalle mit gutem optischen Zugang entwickelt. Wir verwenden eine planare Multipolfalle [1] mit 16 kammartig angeordneten Elektroden pro Chip, die ein großes feldfreies Speichervolumen und eine geringe Heizrate verspricht. Die Verfahren der Mikrosystemtechnik erlauben dazu eine schnelle und präzise Herstellung.

In ersten Experimenten konnte die Speicherung von N<sub>2</sub><sup>+</sup> und O<sub>2</sub><sup>+</sup> Ionen demonstriert und Lebensdauern von 0,5 s realisiert werden. Wir werden Photodetachment negativer Ionen [2] zur Charakterisierung der räumlichen Verteilung in der Falle verwenden. In einer weiteren Falle sollen spezielle Materialien erprobt werden, die eine hohe Transmission auch durch die Elektroden erlauben, wie dies für die Kombination mit einer MOT erforderlich ist.

[1] D. Gerlich, Adv. Chem. Phys. 82, 1 (1992)

[2] S. Trippel *et al.*, Phys. Rev. Lett. 97, 193003 (2006)

Q 50.6 Mi 17:45 5D

**Wiring up trapped ions** — ●TONY LEE<sup>1</sup>, ROB CLARK<sup>2</sup>, and HARTMUT HÄFFNER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Innsbruck, Austria — <sup>2</sup>Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA

We are setting up an experiment to couple ions in different Paul traps with a wire. A trapped ion induces oscillating charges in the trap electrodes. By sending these charges over a wire to an electrode of another trap, the motional states of the ions in the two traps are coupled. The applications include scalable quantum computing, sympathetic cooling, and precision measurements.

We plan to trap Calcium-40 ions in a segmented surface trap with multiple trapping regions. To obtain a reasonable coupling strength (~1 kHz), the capacitance of the coupling wire must be small. This means the wire must be electrically floating. In addition, the wire must be close (<50 microns) to the ions. Thus, we first seek to reliably position an ion close to a wire at floating potential and to study the wire's influence on the trap potential and motional heating.

Q 50.7 Mi 18:00 5D

**Kalte Ionenkristalle in einer segmentierten Falle zur deterministischen Implantation einzelner Ionen in Festkörper** — ●W. SCHNITZLER, T. DEUSCHLE, G. HUBER, J. EBLE, N. M. LINKE, F.

SCHMIDT-KALER und K. SINGER — Universität Ulm, Inst. für Quanteninformationsverarbeitung, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm

Im Zuge der voranschreitenden Miniaturisierung von Halbleiterbauelementen stellt die statistische Fluktuation der Dotierungskonzentration ein Problem dar. Durch die deterministische Implantation einzelner Dotierungsionen können hingegen die elektrischen Eigenschaften verbessert werden [1]. Wir stellen ein neuartiges Verfahren vor, bei dem eine Ionenfalle als deterministische Punktquelle dient [2]. Dazu haben wir eine segmentierte lineare Paulfalle aufgebaut, in der wir kalte  $^{40}\text{Ca}^+$ -Ionenkristalle fangen. Das Auftrennen und Verschieben der Ionenkette zwischen den 15 Segmenten der Falle sowie das Laden gemischter Kristalle mit  $N^+$  bzw. anderen Dotierungsionen stellen die wesentlichen Schritte für die Realisierung unseres Einzelionen-Implanters dar. Wir stellen Messungen zur Charakterisierung der Falle vor. Die durch unser Verfahren gegebene nm-genaue deterministische Implantation wird neue Realisierungsmöglichkeiten eines skalierbaren Festkörper-Quantencomputers eröffnen, basierend auf Phosphorstörstellen in Silizium [3] oder Farbzentren in Diamant [4].

[1] T. Shinada et. al., Nature **437**, 1128 (2005)

[2] J. Meijer et. al., Appl. Phys. **A 83**, 321 (2006)

[3] B. Kane, Nature **393**, 133 (1998)

[4] F. Jelezko et. al., Phys. Rev. Lett. **93**, 130501 (2004)

Q 50.8 Mi 18:15 5D

**Experimentelle Demonstration einer skalierten planaren Oberflächenfalle** — ●S. SCHULZ, J. SIGLER und F. SCHMIDT-KALER — Universität Ulm, Institut für Quanteninformationsverarbeitung, Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm

Segmentierte planare Oberflächenfallen zur Speicherung und Manipulation von Qubit-Systemen auf der Basis von Ionenkristallen können ein wertvoller Baustein auf dem Weg zum Quantencomputer sein. Die rein zweidimensionale Geometrie dieser Paulfalle ermöglicht den optischen Zugang im gesamten Halbraum und eine hohe Skalierbarkeit.

Wir berichten über eine segmentierte Oberflächenfalle, in der wir das Trennen, Zusammenführen und Verschieben von linearen Kristallen realisieren. Um die Skalierbarkeit unserer Geometrie in Lade-, Speicher- und Prozessorregion zu demonstrieren, transportieren wir über Fallenverzweigungen [1]. Zur Verwendung kommt eine Falle mit 180 Elektroden in hexagonaler Symmetrie bestehend aus Elementarzellen von jeweils 30 einzeln ansteuerbaren Elektrodensegmenten. Experimente in diesem Modellsystem bzw. Messungen der charakteristischen Falleneigenschaften für Mikroteilchen werden vorgestellt. Die Erweiterung auf reale Qubit-Systeme und planare Oberflächenfallen für atomare Ionen wird diskutiert.

[1] C. E. Pearson, et al., arXiv:quant-ph/0511018 (2006)