

Q 2 Poster Quantengase

Zeit: Freitag 11:00–12:30

Raum: Poster HU

Q 2.1 Fr 11:00 Poster HU

A second generation Cs BEC experiment — ●MATTIAS GUSTAVSSON, PETER UNTERWADITZER, ANTON FLIR, and HANNS-CHRISTOPH NÄGERL — Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck

We present a new experiment currently under construction in Innsbruck. A Cs BEC [1] will be produced in a glass cell apparatus, allowing maximum optical access and rapid switching of magnetic fields. A high loading rate and a large-volume optical dipole trap at near infra-red wavelengths together with optimized 3D Raman sideband cooling should allow for large condensates with more than 10^6 atoms.

We plan to load the BEC into a 3D optical lattice. With precisely two or three atoms per site and s-wave interactions tunable through Feshbach resonances at low magnetic fields, it will be possible to explore weakly and strongly interacting atoms in the lattice and to study collisions and molecule formation [2] in a very controlled environment. The formation of a molecular BEC made out of bosonic constituents might be stabilized with help of the lattice. A further possible application is the measurement of clock shifts.

Another interesting possibility is to study the regime of zero scattering length. A BEC without perturbing mean-field shifts is ideally suited for atom interferometry and precision measurements. For example, it is possible to determine the fine structure constant α via measurement of the photon recoil [3].

[1] T. Weber et al., *Science* **299**, 232 (2003)

[2] J. Herbig et al., *Science* **301**, 1510 (2003)

[3] S. Gupta et al., *Phys. Rev. Lett.* **89** 140401 (2002)

Q 2.2 Fr 11:00 Poster HU

Kalium-Rubidium-Gemische in optischen Gittern — ●THORSTEN BEST¹, TIM ROM^{1,2}, ULRICH SCHNEIDER¹, THOMAS BERG¹, DRIES VAN OOSTEN¹ und IMMANUEL BLOCH¹ — ¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Ludwig-Maximilians-Universität München

Aktuelle Experimente mit den fermionischen Isotopen ⁶Li und ⁴⁰K haben erstmals Einblicke in die Natur des BEC-BCS crossover ermöglicht. Gleichzeitig ist es mit bosonischen Atomen in optischen Gittern gelungen, stark korrelierte Quantensysteme wie den Mott-Isolator-Zustand oder das Tonks-Girardeau-Gas zu untersuchen.

Neue weitreichende Möglichkeiten ergeben sich für Fermi-Gase und Bose-Fermi-Mischungen in optischen Gittern, darunter Phasenseparation, Erzeugung polarer Moleküle und Cooper-Paar-Bildung. Wir stellen eine neue Apparatur vor, die es uns erlaubt, fermionische und bosonische Quantengase in einem dreidimensionalen optischen Gitter zu präparieren. Dabei wird das Konzept des magnetischen Transports genutzt, um optimalen optischen Zugang zu gewährleisten. Eine effiziente isotope-angereicherte Quelle für ⁴⁰K wird präsentiert.

Q 2.3 Fr 11:00 Poster HU

Supersymmetric boson localisation in speckle potentials — ●OLIVIER SIGWARTH and CORD AXEL MÜLLER — Physikalisches Institut, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth

The coherent evolution of matter waves in disordered potentials is investigated using a supersymmetry approach. Starting from a microscopic characterisation of disordered speckle potentials and weakly interacting ultracold bosons, we develop a field-theoretic description of the localisation transition and evaluate its experimental realisability.

Q 2.4 Fr 11:00 Poster HU

Analyse und Interpretation der Detektion von Rb Bose-Einstein Kondensaten — ●MARTIN BRINKMANN, JOCHEN KRONJÄGER, CHRISTOPH BECKER, KAI BONGS und KLAUS SENGSTOCK — Institut für Laserphysik, Uni-Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Wir analysieren die auf Absorptionsmessung basierende Detektion von Bose-Einstein Kondensaten. Dabei präsentieren wir den Auswertevorgang, wobei insbesondere auf die Aufbereitung der Meßdaten mittels Bildverarbeitungsmethoden (Entfernen von Interferenzrauschens etc.) und der anschließenden Auswertung der Dichteverteilungen zur Bestimmung der relevanten Ensemblegrößen mittels theoretischer Modelle eingegangen wird. Weiterhin wird über eine adäquate Fehlerabschätzung die Genauigkeit der Ensemblegrößen unter Minimierung des technischen Rauschens dargestellt und die Optimierung der Auswertung von Experi-

menten zur Spindynamik in BECs beschrieben.

Q 2.5 Fr 11:00 Poster HU

Detektion der Quantenentartung in einer Mischung aus ⁸⁷Rb und fermionischem ⁴⁰K — ●CHRISTIAN OSPELKAUS, SILKE OSPELKAUS-SCHWARZER, MARLON NAKAT, OLIVER WILLE, KAI BONGS und KLAUS SENGSTOCK — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Der Phasenübergang zu einem Bose-Einstein-Kondensat und einem verdünnten bosonischen Gas weist charakteristische Merkmale auf (anisotrope Expansion, bimodale Verteilung), an denen das Einsetzen der Kondensation unmittelbar erkannt werden kann. Im Gegensatz hierzu erfolgt bei einem fermionischen Ensemble der Übergang in den Bereich, in dem das Verhalten des Gases nicht mehr ohne Berücksichtigung der Quantenstatistik erklärt werden kann, fließend. Die Abweichungen der Expansionsprofile vom klassischen Maxwell-Boltzmann-Gas sind vergleichsweise klein; es bedarf deshalb einer genauen Analyse der gewonnenen Daten. Wir diskutieren Messungen, bei denen wir quantenentartete Fermigase von bis zu $9 \cdot 10^5$ fermionischen ⁴⁰K-Atomen bei $T/T_F = 0,25$ erzeugt haben. Wir gehen auf die Analyse der Expansionsprofile, auf systematische Effekte und Datenanalyse in 1D und 2D ein.

Q 2.6 Fr 11:00 Poster HU

Atomleiter auf Basis photonischer Bandstruktur-Fasern — ●STEFAN VORRATH, KAI BONGS und KLAUS SENGSTOCK — Universität Hamburg, Institut für Laserphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Effiziente und integrierte Leiterstrukturen für atomare de-Broglie Wellen sind für die nächste Generation atomoptischer Experimente (z.B. integrierte atomare Interferometer) von großer Bedeutung.

In unserem Projekt sollen Rb-Atome mit einem in den Hohlkanal einer Photonic-Bandgap Faser (PBF) fokussierten Dipolfallenlaser geführt werden. Dieses garantiert einen sehr starken transversalen Einschluss der Atome, homogen über lange Strecken in der Faser (einige 10cm). Damit werden eventuell zusätzlich transversale Kühlung der Atome in den Grundzustand des Potentials in der Faser und Atomlaser-Konzepte möglich. Der aktuelle Stand des Experimentes wird vorgestellt.

Q 2.7 Fr 11:00 Poster HU

Coherence in two-color photoassociation — ●KLAUS WINKLER¹, MATTHIAS THEIS¹, GREGOR THALHAMMER¹, INA B. KINSKI¹, RUDOLF GRIMM^{1,2}, and JOHANNES HECKER DENSLAG¹ — ¹Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck, Austria — ²Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Innsbruck, Austria

Two phase locked laser beams were used in a Raman configuration to couple the atomic collisional state to a bound molecular state. The observed Autler-Townes spectra show a dramatic suppression of photoassociation losses on resonance. This is a strong signature of coherence of the atom-molecule transition. Suppression of losses was also recently observed in first measurements on thermal samples [1,2]. We find that using a BEC largely improves the visibility of this effect. As pointed out by Bergmann *et al.* [3] this result is relevant in connection with recent proposals [4] to use STIRAP for converting atomic BECs into molecular BECs. We estimate the feasibility of STIRAP based on our experimental data.

[1] B. Laburthe Tolra *et al.*, *Phys. Rev. A* **64**, 061401 (2001)

[2] U. Schlöder *et al.*, *Phys. Rev. A* **68**, 051403 (2003)

[3] K. Bergmann *et al.*, *Rev. Mod. Phys.* **70**, 1003 (1998)

[4] M. Mackie *et al.*, *Phys. Rev. A* **70**, 013614 (2004)

Q 2.8 Fr 11:00 Poster HU

Macroscopic Quantum Tunneling — ●O. CRASSER¹, R. KLEINER², E. GOLDOBIN³, K. VOGEL¹, R. WALSER¹, and W. P. SCHLEICH¹ — ¹Abteilung für Quantenphysik, Universität Ulm, 89069 Ulm, Germany — ²Physikalisches Institut-Experimentalphysik II, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany — ³Oxxel GmbH, Technologiepark Universität, Bremen 28359, Germany

Tunneling in single particle physics is a well-studied phenomenon, as is the analogous effect that occurs in quantum fluids [1] and superconductivity [2]. However, the practical difficulty in theory arises from the transition from one quantized degree of freedom to having to deal with

infinitely many. In this contribution, we are examining an excited state of a stationary BEC as described by the elementary Gross-Pitaevskii mean-field theory. By disregarding the inherent quantum fluctuations of the bosonic matter wave, this state would be preserved indefinitely. However, a more elaborate description leads to a macroscopic quantum tunneling towards the true ground state of the system. In the context of atomic Bose gases, this phenomenon was recently investigated experimentally in [1] and there are strong efforts to examine the behaviour of "classical" fluxons as well as semifluxons into the quantum regime as well.

[1] Y. Shin et al., *Distillation of Bose-Einstein condensates in a double-well potential*, Phys. Rev. Lett. **92**, 150401 (2004)

[2] W. Buckel and R. Kleiner, *Superconductivity: Fundamentals and applications*, Wiley-VCH, Berlin (2004)

Q 2.9 Fr 11:00 Poster HU

Resonance scattering of atoms on a two-component BEC — ●MICHAEL GRUPP, REINHOLD WALSER, GERRIT NANDI, and WOLFGANG P. SCHLEICH — Abteilung für Quantenphysik, Universität Ulm, Germany

In this contribution we investigate the scattering properties of identical particles on a Bose-Einstein condensate (BEC) [1,2] with two internal states, trapped in a one-dimensional potential of finite depth. We calculate the phase shifts by determining the Bogoliubov excitation spectrum and study in-elastic scattering processes. Our special interest is the investigation of discrete states embedded in the continuum. Here, a phenomenon analogous to Fano and Feshbach resonances [3,4] occurs.

[1] U. V. Poulsen and K. Mølmer, Phys. Rev. A **67**, 013610 (2003).

[2] J. Brand, I. Häring, and J.-M. Rost, Phys. Rev. Lett. **91**, 070403 (2003).

[3] U. Fano, Phys. Rev. **124**, 1866 (1961).

[4] H. Feshbach, Ann. Phys. **19**, 287 (1962).

Q 2.10 Fr 11:00 Poster HU

Spectral Properties and Lifetimes of Neutral Fermions and Bosons in Magnetic Quadrupole Traps — ●IGOR LESANOVSKY¹ und PETER SCHMELCHER^{1,2} — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany — ²Theoretische Chemie, Institut für Physikalische Chemie, Universität Heidelberg, INF 229, 69120 Heidelberg, Germany

Inhomogeneous magnetic fields are widely used in order to confine and control the motion of neutral atoms. We investigate the resonant motion of neutral particles of spin 1 and spin 1/2 in such magnetic traps. In particular we focus on the sideguide, the Ioffe-Pritchard trap and the three-dimensional quadrupole trap. Inspecting the underlying Hamiltonians a variety of symmetries is revealed eventually giving rise to a two-fold degeneracy of the energy levels. In order to compute the energies and lifetimes of a large number of resonances the complex scaling method is employed. We comment on how the lifetime of a trapped particle depends on its angular momentum. Thereby we state under which conditions quasi-bound states which possess long lifetimes can be achieved. An effective scalar Schrödinger equation describing such states is derived.

Reference: [1] I. Lesanovsky and P. Schmelcher, physics/0411079

Q 2.11 Fr 11:00 Poster HU

2D Bose-Einstein-Kondensat aus Cäsium in einer optischen Oberflächenfalle — ●KARL PILCH¹, BASTIAN ENGESER¹, GERHARD HENDL¹, ANTTI JAAKKOLA¹, HANS CHRISTOPH NÄGERL¹ und RUDOLF GRIMM^{1,2} — ¹Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Österreich — ²Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Österreichische Akademie der Wissenschaften, A-6020 Innsbruck, Österreich

Bose-Einstein-Kondensate aus Cäsium bieten weit reichende experimentelle Möglichkeiten, da sich die Wechselwirkung zwischen den Atomen mittels magnetischer Felder in einem großen Bereich einstellen lässt. Wir können ein Bose-Einstein-Kondensat herstellen, welches sich wenige Mikrometer entfernt von einer dielektrischen Oberfläche befindet [1]. Das Grundkonzept unserer Falle basiert auf einer Kombination aus Schwerkraft und der optischen Dipolkraft einer evaneszenten Welle, so dass sich für die Atome ein stark anisotropes Fallenpotential ergibt. Damit ist es uns möglich ein 2D Regime zu erreichen, in dem die Bewegung der Atome in Richtung des starken Einschlusses auf den Grundzustand reduziert wird. Zur Zeit arbeiten wir an einem Neuaufbau unseres Experiments und realisieren eine Reihe an technischen Verbesserungen. Diese technischen Aspekte wie z.B. eine Glaszelle mit Prisma, Ideen für zukünftige Expe-

rimente mit diesem neuen Aufbau und vielleicht auch erste Ergebnisse werden vorgestellt werden. [1] D. Rychtarik et al., Phys. Rev. Lett. **92**, 173003 (2004).

Q 2.12 Fr 11:00 Poster HU

Merging two elongated condensates at finite temperature — ●ALEM MEBRAHTU^{1,2}, ANNA SANPERA¹, and MACIEJ LEWENSTEIN¹ — ¹Hannover University, Institute of Theoretical Physics, Appelstr. 2, D-30167 Hannover, Germany — ²Mekelle University, Department of Physics, P.O.Box 231, Mekkele, Ethiopia

We study the merging of two spatially separated 1D Bose-Einstein condensates at finite temperature, where phase fluctuations play an important role. We show that, at zero temperature, the two condensates merge into a single one with a negligible phase difference. At finite temperatures, below the critical temperature for condensation the melting process becomes very critical, leading to an eventual destruction of the condensate. Our results may have important implications for a continuous atom laser.

Q 2.13 Fr 11:00 Poster HU

A mixture of ultracold Rb and Yb atoms — ●NILS NEMITZ, SVEN KROBOTH, ALEXANDER BATÄR, and AXEL GÖRLITZ — Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Experimentalphysik

Recently, mixed-species Bose-Einstein condensates (BEC) as well as quantum degenerate Bose-Fermi mixtures have attracted significant theoretical attention and have also been experimentally realized. In our experiments, we are aiming at the creation of a two-species quantum gas with ytterbium (Yb), which in contrast to the commonly used alkali atoms has a diamagnetic ground state, and rubidium (Rb) atoms.

We have already realized a ⁸⁷Rb-BEC with around 10⁵ atoms. In addition, all seven stable Yb isotopes have been trapped in a MOT. For the fermionic isotopes ¹⁷¹Yb and ¹⁷³Yb, MOT temperatures far below the Doppler limit could be observed.

In a second line of experiments, we investigate simultaneous magnetic trapping of ⁸⁷Rb in the ground state and metastable Yb in the ³P₂-state ($\mu = 3 \mu_B$). This state is populated by radiative decay of the ¹P₁-state of the MOT. We were able to load $\approx 5 \times 10^4$ atoms into the magnetic trap and observed trap lifetimes of around 10 s, close to the predicted lifetime of the ³P₂-state for radiative decay of ≈ 15 s [1].

[1] S. G. Porsev et al., Phys. Rev. A. **60**, 2781 (1999)

Q 2.14 Fr 11:00 Poster HU

Ultrakaltes Bose-Gas in optischen Gittern — ●SASCHA DRENKELFORTH, THOMAS SCHULTE, JENS KRUSE, JAN ARLT und WOLFGANG ERTMER — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, www.iqo.uni-hannover.de

Optische Potentiale, insbesondere optische Gitter stellen ein herausragendes Werkzeug zur Untersuchung ultrakalter Quantengase dar. Aufgrund der erreichbaren Potentialtiefen sowie der Größe der Fallenfrequenzen ermöglichen sie Untersuchungen von bisher unzugänglichen Regimen in denen starke Korrelationen das System dominieren können.

Insbesondere eignen sich optische Potentiale zum Studium niederdimensionaler Systeme. Von großem Interesse ist hierbei die Untersuchung eindimensionaler Quantengase in einem 2D-optischen Gitter. In Abhängigkeit von den experimentellen Parametern, können solche eindimensionalen Quantengase durch starke Korrelationen geprägt sein (Tonks-Gas) oder durch Meanfield-Theorien beschrieben werden (BEC). Die physikalischen Eigenschaften des Quantengases in diesen beiden Regimen weichen stark voneinander ab.

Wir berichten über den Stand unserer Arbeiten mit ultrakalten Rb-Atomen in optischen Gittern. Wir stellen den mit unserem Experiment erreichbaren Parameterbereich dar und stellen unsere erreichten Resultate sowie unsere Projekte in quasi-periodischen optischen Gittern vor.

Q 2.15 Fr 11:00 Poster HU

Creating ground state molecules after chirped pulse photoassociation — ●CHRISTIANE P. KOCH^{1,2}, JOSÉ P. PALAO^{2,3}, ELIANE LUCKKOENIG¹, RONNIE KOSLOFF², and FRANÇOISE MASNOU-SEEUWS¹ — ¹Laboratoire Aimé Cotton (CNRS), Campus d'Orsay, Bât. 505, 91405 Orsay CEDEX, France — ²Dept. of Physical Chemistry and The Fritz Haber Research Center, The Hebrew University, Jerusalem 91904, Israel — ³Departamento de Física Fundamental II, Universidad de La Laguna, La Laguna 38204, Spain

It has recently been shown that photoassociation with a chirped pi-

co-second pulse creates a molecular wave packet in the excited state which comprises a few vibrational levels and which is spatially focussed at certain times [1]. In a second step, this molecular wave packet needs to be transferred to the ground electronic state to create stable molecules. If the second pulse is short, the system is reduced to an effective two-level system. Adiabatic transfer in this effective two-level system is compared to an optimal control approach.

[1] E. Luc-Koenig, R. Kosloff, F. Masnou-Seeuws, and M. Vataescu, Phys. Rev. A **70**, 033414 (2004). E. Luc-Koenig, F. Masnou-Seeuws, and M. Vataescu, Eur. Phys. J. D, in press (2004)

Q 2.16 Fr 11:00 Poster HU

Experiment zur Erzeugung von quantenentarteten Bose-Fermi-Mischungen — •CARSTEN KLEMP, THORSTEN HENNINGER, OLIVER TOPIC, JAN ARLT und WOLFGANG ERTMER — Institut für Quantenoptik, Hannover

In den letzten Jahren wurden sowohl bosonische als auch fermionische Ensembles quantenentarteter Atome eingehend untersucht. Unser Experiment wird die faszinierende Möglichkeit zum Studium gemischter Gase bieten. In einem solchen System kann fermionische Superfluidität an einem besonders reinen Ensemble nachgewiesen werden. Ziel unseres Experiments ist es, mit Hilfe einer hetero-nuklearen Feshbach-Resonanz aus dem atomaren Gasgemisch KRb-Moleküle zu bilden. Anhand dieser Moleküle soll die Dipol-Dipol-Wechselwirkung eines ultrakalten Ensembles studiert werden.

Unser Experiment befindet sich derzeit im Aufbau. Ein Spulenpaar transportiert das vorgekühlte Ensemble aus Rb-87- und K-40-Atomen mechanisch in eine Glaszelle mit besserem Vakuum. Dort sollen die Atome in eine Magnetfalle umgeladen und die Rb-Atome mit Hilfe von Radiofrequenz-Evaporation zu einem Bose-Einstein-Kondensat gekühlt werden. Die K-Atome werden dann über die Stöße mit dem Rubidium sympathetisch in den quantenentarteten Bereich gekühlt.

Das vorgekühlte Ensemble wurde gegenwärtig zum ersten Mal hergestellt. Zu diesem Zweck wurde eine zwei-komponentige magneto-optische Falle mit fermionischem K-40 und bosonischem Rb-87 realisiert, die aus dem Hintergrundgas geladen wird.

Q 2.17 Fr 11:00 Poster HU

Lifetime of atoms above a layered chip — •BO ZHANG¹, ELMAR HALLER², PETER KRÜGER², JÖRG SCHMIEDMAYER², and CARSTEN HENKEL¹ — ¹Potsdam University, Germany — ²Heidelberg University, Germany

Atom chips provide a promising route towards the robust and scalable implementation of quantum information processors. A serious threat for atomic coherence are electromagnetic field fluctuations radiated by the chip structure. We derive here the lifetime of magnetically trapped atoms above a planar, layered structure, using numerical calculations based on the exact magnetic Green function and multilayer reflection coefficients. We find a good agreement with experimental data obtained in a wire trap that is shifted in the lateral and perpendicular directions relative to the chip wire. The comparison shows that the structure below the topmost layer ($3\mu\text{m}$ evaporated gold) has significant impact on the trap lifetime.

Q 2.18 Fr 11:00 Poster HU

Cold Atoms above Microfabricated Substrates and Atom-Atom Interaction under Tight Cylindrical Confinement. — •JI IL KIM¹, PETER SCHMELCHER², and JÖRG SCHMIEDMAYER¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg — ²Theoretische Chemie, Universität Heidelberg

Surface micro-traps have increased our ability to manipulate cold neutral atoms. Charged and mainly current carrying conductors are patterned on a substrate with micro- and even nano-meter precision with thin-film technologies. The small scale electric and magnetic potentials from such conductors can be generally very steep, well defined, and showing great versatility. With these surface micro-traps, or first examples of possible "Atom Chips", one can probe with cold atoms a wide set of phenomena for which an essential feature is the quantum behavior in very small dimensions. Singling out one specific example, we mention here the atomic behavior in an atom-waveguide or in a very elongated trap. Under tight cylindrical confinement, the interaction of cold atoms can be different from free space. Assessment of this difference is necessary to better understand the atomic guiding or trapping. In our treatment, the effective 1D amplitude for the atom-atom scattering along the cylindrical axis of the confinement is decomposed in terms of angular momentum

scattering phase-shifts, related to a general three dimensional interaction potential $V(r)$. Both the symmetric and antisymmetric parts of the wave function describing bosons and fermions can then show strong resonances corresponding to an infinitely strong repulsive or attractive effective interaction.

Q 2.19 Fr 11:00 Poster HU

Atomic Fermi gases in the trimerized Kagomé lattice at 2/3 filling — •HENNING FEHRMANN¹, BOGDAN DAMSKI^{1,2}, ANDREAS HONECKER³, LUIS SANTOS⁴, HANS-ULRICH EVERTS¹, and MACIEJ LEWENSTEIN¹ — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Hannover — ²Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński — ³Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Braunschweig — ⁴Institut für Theoretische Physik III, Universität Stuttgart

We study the low temperature properties of an atomic spinless interacting Fermi gas in the trimerized Kagomé for the case of two fermions per trimer. The system is described by a quantum spin 1/2 model on the triangular lattice with couplings that depend on bonds directions. Using exact diagonalizations we show that the system exhibits non-standard properties of a *quantum spin liquid crystal*, combining a planar antiferromagnetic order with extravagantly large number of low energy excitations.