

## Q 49 Quantengase V

Zeit: Mittwoch 15:00–18:15

Raum: HVI

Q 49.1 Mi 15:00 HVI

**BEC-Chip** — ●ANDREAS GÜNTHER, SEBASTIAN KRAFT, CLAU ZIMMERMANN und JÓZSEF FORTÁGH — Physikalisches Institut der Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 14, 72076 Tübingen

Mittels eines mikrostrukturierten Chips erzeugen wir ein magnetisches Gitterpotential mit einer Periode von  $4\mu\text{m}$  und beobachten an diesem Potential die Beugung eines Kondensats. Das Gitter erlaubt es, eine definierte periodische Phase auf die makroskopische Wellenfunktion des Kondensates zu prägen. Diese Phasenmodulation führt während der ballistischen Expansion des Kondensates zur Ausbildung eines charakteristischen Beugungsprofils. Wir beobachten Beugung bis zur 5. Ordnung, sowie Interferenzen zwischen den verschiedenen Beugungsordnungen. Die Phasenkohärenz der gebeugten Kondensate wird nachgewiesen.

Q 49.2 Mi 15:15 HVI

**Collective Dynamics in Coupled Josephson Junctions** — ●REINHOLD WALSER, OLIVER CRASSER, KARL VOGEL, and WOLFGANG P. SCHLEICH — Abteilung Quantenphysik, Universität Ulm, Germany

Phase coherent coupled systems appear through out general physics. From the pendulum chain of classical mechanics [1] to Josephson junction arrays in solid state physics [2,3] and Bose-Einstein condensates [4], one does find the same phenomenology described by the well known sine-Gordon equation.

In this contribution, first, we present a simple mean-field picture of the dynamics of a coupled Josephson junction. Second, we will extend these principles to an examination of the effects of quantum fluctuations. In particular, we will compare two approaches to macroscopic quantum tunneling between two classically distinguishable and energetically degenerate field configurations. Possible applications to atomic Bose-Einstein condensates are discussed.

[1] F. Scheck, *Mechanik*, Springer Verlag (1996).

[2] A. Barone and G. Paterno, *Physics and Application of the Josephson Effect*, Wiley Interscience, (1982).

[3] E. Goldobin *et al*, Phys. Rev. B, **72**, 054527 (2005).

[4] F. Cataliotti *et al.*, Science, **293**, 843 (2001).

Q 49.3 Mi 15:30 HVI

**Correspondence of mean-field and many-particle dynamics for a Bose-Einstein condensate in a double-/triple-well trap** — ●DIRK WITTHAUT, EVA-MARIA GRAEFE, and HANS JÜRGEN KORSCH — TU Kaiserslautern, FB Physik, D-67653 Kaiserslautern

We discuss the relation between the quantum many-particle and the mean-field dynamics for two- and three-level systems, modelling the dynamics of a Bose-Einstein condensate in a double- or triple-well trap. The mean-field dynamics of a driven two-state system and a three-state system is classically chaotic, which is reflected in the level statistics of the corresponding many-particle system. Furthermore we analyze the Landau-Zener problem in the mean-field approximation as well as for the many-particle dynamics. Approaches towards a generalized Landau-Zener formula are presented.

Q 49.4 Mi 15:45 HVI

**Dynamics and coherent control of a nonlinear three-level quantum system: Nonlinear eigenstates, Landau-Zener models and STIRAP** — ●EVA-MARIA GRAEFE, DIRK WITTHAUT, and HANS-JÜRGEN KORSCH — Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Erwin-Schroedingerstr., D-67653 Kaiserslautern

We investigate the eigenstates and the dynamics of a Bose-Einstein condensate (BEC) in a triple-well trap in a three-level mean-field approximation. New nonlinear eigenstates emerge and disappear when the parameters are varied. This can lead to a breakdown of adiabaticity. The dynamical implications of this loss of adiabaticity are analyzed for various Landau-Zener-type models. We study the resulting novel crossing scenarios such as (self-intersecting) loops and beak-to-beak crossings, the corresponding catastrophe sets and the effects on the nonlinear Zener tunneling probability. Furthermore we generalize the STIRAP scheme for adiabatic coherent population transfer between atomic states to the nonlinear case. It is shown that STIRAP breaks down if the nonlinearity exceeds the detuning.

— 30 min. Pause —

Q 49.5 Mi 16:30 HVI

**Splitting and merging an elongated Bose condensate at finite temperature** — ●ALEM MEBRAHTU<sup>1</sup>, ANNA SANPERA<sup>1,2</sup>, and MACIEJ LEWENSTEIN<sup>1,3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Hannover, Hannover, Germany — <sup>2</sup>Grup de Física Teòrica, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra, Spain — <sup>3</sup>ICFO-Institut de Ciències Fotòniques, E-08034 Barcelona, Spain

We analyze coherence effects during the splitting of a quasi one-dimensional condensate into two spatially separated ones and their subsequent merging into a single condensate. Our analysis takes into account finite temperature effects, where phase fluctuations play an important role. We show that, at zero temperature, the two split condensates can be merged into a single one with a negligible phase difference. By increasing temperature to a finite value below the critical point for condensation ( $T_c$ ), i.e.,  $0 \leq T/T_c < 1$ , a considerable enhancement of phase and density fluctuations during the process of splitting and merging appears. Our results show that if the process of splitting and merging is sufficiently adiabatic, the whole process is quite insensitive to phase fluctuations and even at high temperatures, a single condensate can be produced.

Q 49.6 Mi 16:45 HVI

**Ein kompaktes Lasersystem zur Erzeugung eines Bose-Einstein-Kondensats unter Schwerelosigkeit** — ●WOJCIECH LEWOCZKO-ADAMCZYK<sup>1</sup>, THILO SCHULDT<sup>1</sup>, MALTE SCHMIDT<sup>1</sup>, ACHIM PETERS<sup>1</sup>, ANIKA VOGEL<sup>2</sup>, SVEN WILDFANG<sup>2</sup>, KLAUS SENGSTOCK<sup>2</sup> und KAI BONGS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Physik, AG Quantenoptik und Metrologie, Hausvogteiplatz 5-7, 10-117 Berlin — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Institut für Laserphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Innerhalb einer deutschlandweiten Zusammenarbeit wird ein Pilotprojekt zur Erzeugung und Untersuchung eines Bose-Einstein-Kondensats (BEC) unter Schwerelosigkeit realisiert. Eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes eröffnet ein innovatives Forschungsgebiet - degenerierte Quantengase bei ultratiefen, bislang noch nicht erreichten Temperaturen im pK-Bereich mit wesentlich verlängerten Beobachtungs- und freien Evolutionszeiten. Auf dem Weg zur Implementierung eines Quantengasexperimentes im Weltraum wurde eine miniaturisierte und mechanisch stabile Apparatur für die erste Tests im Fallturm (ZARM, Bremen) entwickelt. In diesem Vortrag wird ein auf DFB Diodenlaser basierendes, modulares Lasersystem zur Verwendung in einer Chip-Atomfalle präsentiert. Die neuesten Ergebnisse der Fall- und Katapulttests hinsichtlich der Frequenzstabilität und der mechanischen Stabilität der Fasereinkopplung werden vorgestellt.

Q 49.7 Mi 17:00 HVI

**Engineering the dynamics of ultracold atoms in optical lattices using Bloch-Zener oscillations** — ●BERNHARD BREID, TIMO HARTMANN, DIRK WITTHAUT, and HANS JÜRGEN KORSCH — TU Kaiserslautern, FB Physik, D-67653 Kaiserslautern

We present theoretical and numerical results on the dynamics of ultracold atoms in an accelerated double-periodic optical lattice. Due to a second shallow lattice the ground band splits into two subbands. The dynamics in such systems is dominated by the interplay between Bloch oscillations and Zener tunneling between the subbands. This permits various interesting applications, such as widely tunable matter wave beam splitters and fast directed transport. A complete reconstruction in one band offers the possibility to construct a Mach-Zehnder interferometer. We discuss the conditions for this complete reconstruction and present possible applications.

Q 49.8 Mi 17:15 HVI

**Experimentelle Erzeugung von quantenentarteten Bose-Fermi-Mischungen** — ●CARSTEN KLEMP, THORSTEN HENNINGER, OLIVER TOPIC, WOLFGANG ERTMER und JAN ARLT — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, D-30167 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. Ziel unseres Experiments ist es, mit Hilfe einer heteronuklearen

Feshbach-Resonanz aus dem atomaren Gasgemisch KRb-Moleküle zu bilden.

Eine magneto-optische Falle wird durch licht-induzierte Desorption (LIAD) geladen [1]. Ein Spulenpaar transportiert das vorgekühlte Ensemble aus  $^{87}\text{Rb}$ - und  $^{40}\text{K}$ -Atomen mechanisch in eine Glaszelle mit besserem Vakuum. Dort wird das Rubidium mittels Radiofrequenz-Evaporation in einer Magnetfalle zum Bose-Einstein-Kondensat ( $7 \times 10^5$  Atome) gekühlt. Das Kalium soll mit dem Rubidium sympathetisch in die Quantenentartung gekühlt werden. Der Aufbau einer Dipolfalle soll es in Zukunft ermöglichen, über die kürzlich gefundenen heteronuklearen Feshbach-Resonanzen [2] fermionische Moleküle zu erzeugen.

[1] C. Klempt, et al., cond-mat/0509241.

[2] S. Inouye, et al., Phys. Rev. Lett. 93, 183201 (2004); F. Ferlaino, et al., cond-mat/0510630.

Q 49.9 Mi 17:30 HVI

**Lokalisierung von Bose-Einstein Kondensaten in ungeordneten optischen Gittern** — •S. DRENKELFORTH, T. SCHULTE, R. TIEMEYER, W. ERTMER und J. ARLT — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Optische Gitter stellen ein herausragendes Werkzeug zur Untersuchung ultrakalter Quantengase dar. Vor allem die ausgeprägte Analogie zu Effekten und Modellen der Festkörperphysik ist Gegenstand aktueller theoretischer und experimenteller Untersuchungen.

Die Überlagerung dieses ideal periodischen Gitters mit einem Unordnungspotential führt zu einem reichhaltigen Phasendiagramm. Abhängig von den experimentellen Parametern werden Bose- bzw Anderson-Glass Phasen vorhergesagt [1].

Wir berichten über unsere Untersuchungen zur Anderson Lokalisierung in ungeordneten optischen Gittern. Die Unordnung wird einem 1D optischen Gitter axial überlagert, indem ein Laser mit einem ungeordnet strukturierten Intensitätsprofil radial eingestrahlt wird. Wir präsentieren Untersuchungen zur Abhängigkeit der Lokalisierung von der Strukturgröße der Unordnung sowie von der interatomaren Wechselwirkung. Die experimentellen Ergebnisse belegen das Ausbleiben der Anderson Lokalisierung in derartigen Systemen aufgrund der Längenskala der Unordnung sowie des Abschirmungseffekts der interatomaren Wechselwirkung [2].

[1] B.Damski *et al.*, Phys. Rev. Lett. 91, 080403 (2003).

[2] T.Schulte *et al.*, Phys. Rev. Lett. 95, 170411 (2005).

Q 49.10 Mi 17:45 HVI

**Quantum degenerate mixture of fermionic Lithium and bosonic Rubidium gases** — •B. DEH, C. MARZOK, C. SILBER, S. GÜNTHER, C. ZIMMERMANN, and PH. W. COURTEILLE — Physikalisches Institut der Universität Tübingen

Quantum degenerate mixtures have become a starting point towards new experiments in the field of ultracold atoms, such as the observation of the BEC-BCS crossover and the production of heteronuclear molecules. The key to such mixtures is sympathetic cooling of Fermions by a bosonic agent. We report on the cooling of  $^6\text{Li}$  by thermally coupling it to an evaporatively cooled gas of  $^{87}\text{Rb}$ . From measurements of the thermalization time, we were able to estimate the interspecies s-wave triplet scattering length. The cooling scheme led to a mixture of both species, where the Rubidium cloud is colder than the critical temperature for Bose-Einstein condensation, and the Lithium is colder than the Fermi temperature. Our next project will be the search for interspecies Feshbach resonances

Q 49.11 Mi 18:00 HVI

**Ultracold Atoms in Optical Dipole Potentials** — •JOHANNA NES<sup>1,2</sup>, WOUTER VAN DRUNEN<sup>1,2</sup>, OLIVER WILLE<sup>1,2</sup>, NORBERT HERSCHBACH<sup>1,2</sup>, ANNA-LENA GEHRMANN<sup>1,2</sup>, WOLFGANG ERTMER<sup>1</sup>, and GERHARD BIRKL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, D-30167 Hannover — <sup>2</sup>Institut für angewandte Physik, TU Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, D-64289 Darmstadt

We present experiments with cold neutral atoms in optical dipole potentials. A crucial advantage of optical trapping is the great variety of geometries that can be realized such as multiple beam traps or dipole trap arrays. Since the dipole force does not depend on magnetic properties, storage of atoms in different  $m_F$ -states is possible as well as the superimposition of an arbitrary magnetic field. This feature allows us to extend our past investigations on the collisional dynamics of magnetically trapped metastable neon atoms to experiments under the influence of varying, strong magnetic fields. Moreover, collisional properties of different internal states can be studied. For these purposes, a far-detuned dipole trap created by a fiberlaser at a wavelength of 1064 nm has been set up and

successful loading of neon atoms from a MOT has been achieved. In a second experiment, a crossed beam trap derived from an Yb:YAG-disklaser ( $\lambda=1030$  nm) is loaded with  $^{87}\text{Rb}$ -atoms. Subsequent evaporative cooling by lowering the trapping power yields an increase in phase-space density by several orders of magnitude. This part of our work aims at studying the coherence properties of ultracold thermal atoms and degenerate quantum gases in miniaturized optical guiding and storing structures created by microfabricated optical elements.