

# Lise Meitner s Töchter Phy sikerinnen st ellen sich vo

Prof. Dr. Corinna Kollath

Quantendynamik



© Prof. Dr. Corinna Kollath

## Curriculum Vitae

- 1976 Geboren in Stirling, Großbritannien
- 1995 – 2001 Diplomstudium der Physik an der Universität Köln und der Universität Glasgow, Schottland
- 2002 – 2005 Promotion bei Prof. U. Schollwöck und Prof. J. von Delft an der Ludwig-Maximilians-Universität München und der RWTH Aachen
- 2005 – 2007 Postdoktorandin bei Prof. T. Giamarchi an der Universität Genf, Schweiz
- 2007 – 2010 Junior Chair des „Triangle de la Physique“ an der Ecole Polytechnique, Frankreich
- 2008 – 2010 Chargé de Recherche (CNRS) an der Ecole Polytechnique, Frankreich
- 2009 Hertha-Spener-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
- 2010 Akademiepreis für Physik der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
- seit 2011 Professorin an der Universität Genf, Schweiz

Systeme, die gestört werden, kehren über kurz oder lang wieder ins Gleichgewicht zurück. Doch ist das zwangsläufig so? Wie verhalten sie sich, wenn sie nicht im Kontakt mit ihrer Umgebung stehen?

Weil sie sich nahezu perfekt von ihrer Umgebung abschotten lassen, eignen sich Atomgase bei Temperaturen im Nanokelvin-Bereich hervorragend zur Untersuchung dieser Fragen. Dazu werden Atome durch Laserlicht und magnetische Felder eingefangen und extrem stark abgekühlt. Die Atome kommen dabei nahezu zum Stillstand – sie verhalten sich kollektiv oder, anders gesagt, sie marschieren im Gleichschritt und bilden ein Bose-Einstein-Kondensat. Diesen Quanteneffekt hatte bereits Albert Einstein vorhergesagt. Quanteneffekte sind sehr wichtig, um zum Beispiel physikalische Systeme auf atomaren Skalen zu beschreiben. Sie zu verstehen und „anschaulich“ zu beschreiben, hat mich schon immer fasziniert.

Die ersten Bose-Einstein-Kondensate wurden 1995 hergestellt. Danach gelang es bald, ultrakalte Atome in künstliche, aus Laserlicht geformte Gitterstrukturen einzubringen. Dort bewegen sie sich ähnlich wie Elektronen in Festkörpern. In solchen Systemen

gibt es eine Vielfalt von faszinierenden Quanteneffekten. Zum Beispiel hängt die Bewegung der Atome im Gitter von der Stärke der Atom-Atom-Wechselwirkung ab. Spüren sie sich gegenseitig kaum, dann entsteht eine so genannte Superflüssigkeit, in der sich der Aufenthaltsort der Atome nicht genau festlegen lässt. Bei steigender Wechselwirkung hingegen stoßen sich die Atome ab und nehmen einen festen Gitterplatz ein; sie bilden dann einen Mott-Isolator. Doch was passiert bei einer plötzlichen Verstärkung der Wechselwirkung? Verharren die Atome in ihrem ursprünglichen, delokalisierten Zustand oder passen sie sich vollkommen an ihre neue Umgebung an? Unsere Untersuchungen ergaben überraschenderweise, dass sich die Atome auf experimentell relevanten Zeitskalen an den Ausgangszustand erinnern können, obwohl die Bewegung der Atome als chaotisch charakterisiert wird.

Ein weiterer spannender Effekt tritt auf, wenn man Atome in ihrer Bewegungsfreiheit einschränkt. Wird ein einzelnes Teilchen mit einem halbzahligen Spin zu einem eindimensionalen System hinzugegeben, verliert es seinen Teilchencharakter. Es verschmilzt mit anderen Teilchen und formt zwei kollektive wellenartige Anregungen, die nur Spin oder nur Dichte (bei geladenen Teilchen Ladung) tragen. Die beiden Anregungen bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und trennen sich nach kurzer Zeit voneinander. Dieses Phänomen heißt Spin-Ladungstrennung.

In unserer Forschung arbeiten wir daran, mit numerischen Methoden das Verhalten der Teilchen in Nichtgleichgewichtssituationen vorherzusagen oder nachzustellen. Dazu haben wir eine Methode entwickelt, die der Teilchenbewegung quasi wie mit einer Lupe folgt. Uns treibt dabei nicht nur eine grundsätzliche physikalische Neugier. Vielmehr erfordert die Entwicklung vieler neuer Technologien, etwa bei der Miniaturisierung von Computern, oder der Entwicklung von Quantencomputern das Verständnis quantenmechanischer Effekte.

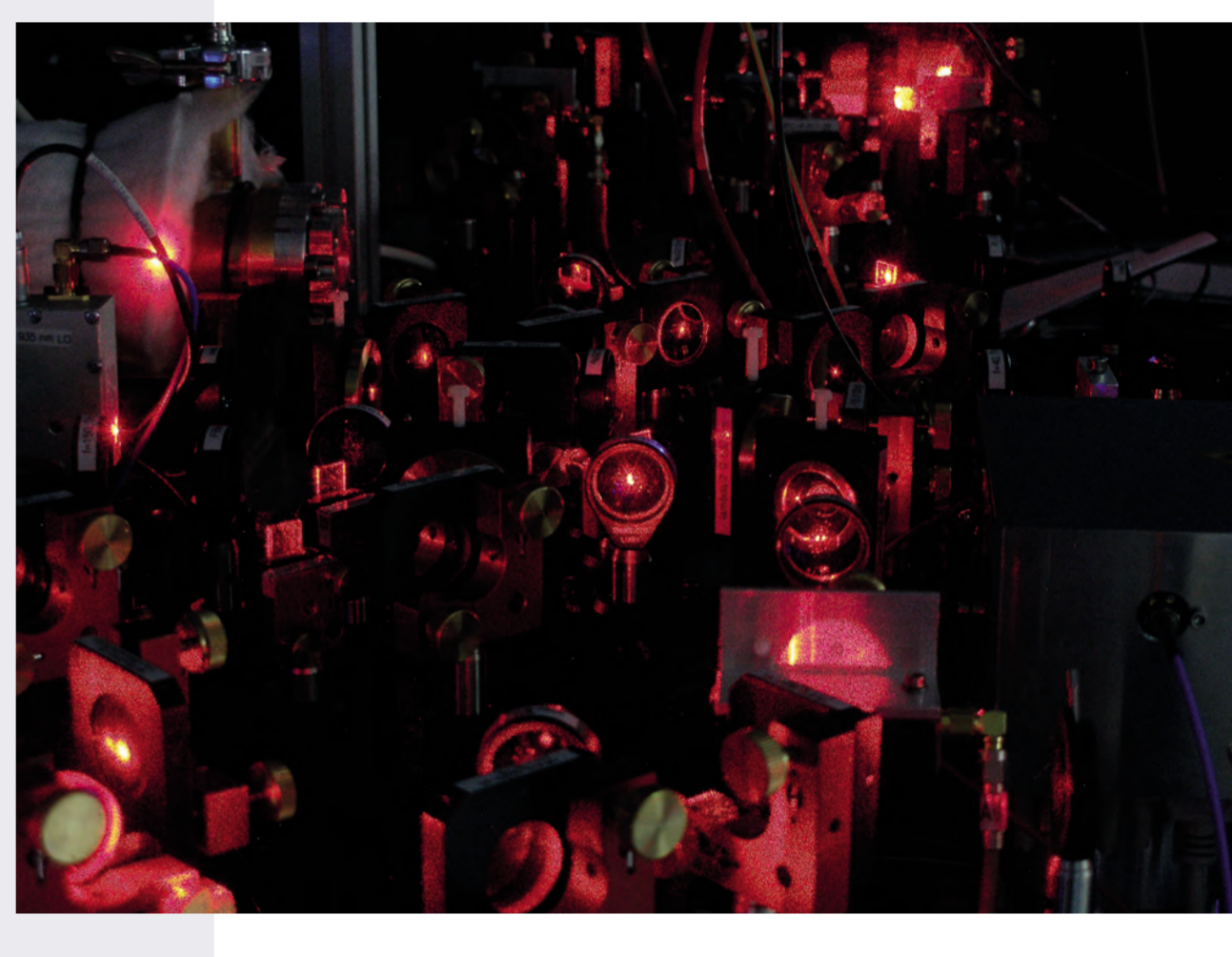


Bild oben links Geschwindigkeitsverteilung kalter bosonischer Gase beim Kühlen bis zur Bose-Einstein-Kondensation. Die Temperatur sinkt von links (thermische Atomwolke) nach rechts (Bose-Einstein-Kondensat).

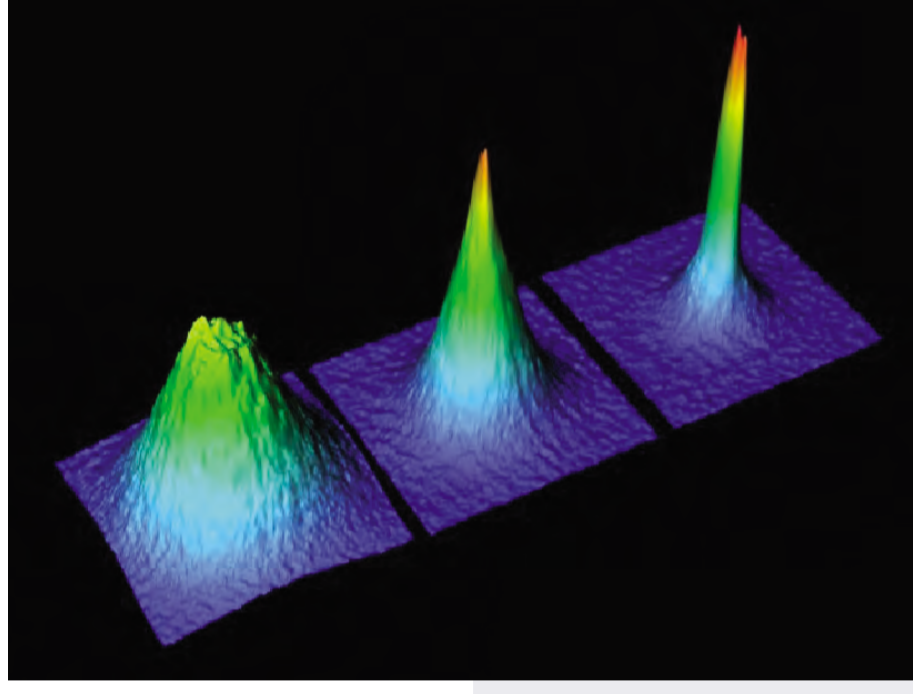
© T. Esslinger, ETH Zürich

Bild unten links Konzept der zeitabhängigen Dichtematrix-Renormierungsgruppen-Methode: Physikalisch relevante Hilberträume werden für die Beschreibung der Zeitentwicklung in jedem Zeitschritt neu angepasst.

© C. Kollath

Bild rechts Experimenteller Aufbau zur Erzeugung ultrakalter Atomgase.

© M. Köhl, Universität Cambridge



## Publikationen – weniger ist oft mehr

»Wer heutzutage in der Physik eine akademische Karriere machen möchte, der sieht sich einem starken Publikationsdruck ausgesetzt. Der Trend geht hin zu mehr Publikationen in kürzerer Zeit, denn es zählt häufig die Anzahl der Publikationen. Ein Blick für den Inhalt und nicht die Anzahl der Publikationen – das wünsche ich mir zuweilen.«

# Lise Meitner s Töchter Phy sikerinnen st ellen sich vo

# r Lise Meitner s Töchter Phy sikerinnen s