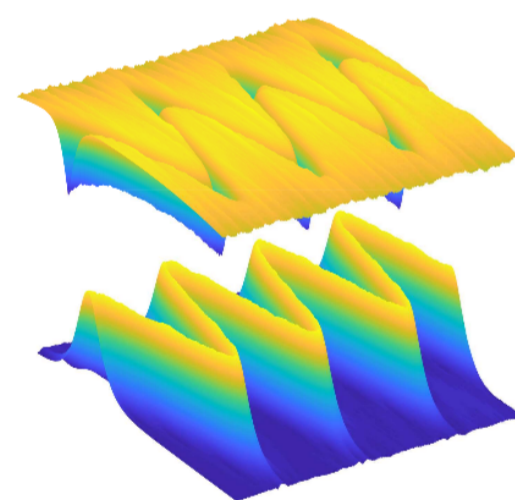
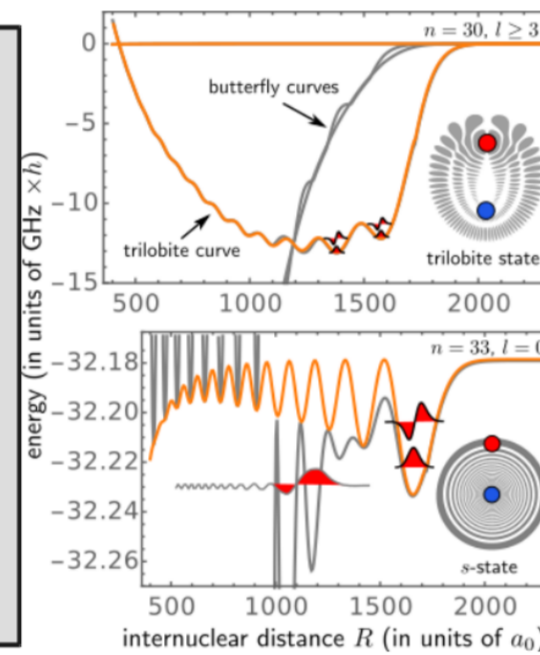


Über die Arbeitsgruppe:

Die Arbeitsgruppe von Prof. Schmelcher ist eine Theoriegruppe mit Schwerpunkt auf Vielteilchensysteme und Quantenoptik. Wir befinden uns im Forschungszentrum für optische Quantentechnologien am Campus Bahrenfeld. Wir forschen auf mehreren spannenden Gebieten der modernen Quantenphysik.

Rydberg Moleküle

Ultralangreichweitige Rydbergmoleküle sind ein Beispiel für neuartige und exotische Materie bei ultrakalten Temperaturen. Sie bestehen aus extrem ungleichen Teilen: Einem hochangeregten Rydbergatom und einem Grundzustandsatom, die einen enormen Abstand voneinander haben. Daraus ergeben sich riesige Dipolmomente und eine hohe Sensitivität auf äußere Felder. Das molekulare Potential spiegelt die oszillierende Wellenfunktion des Rydbergatoms wieder und somit bieten sich einzigartige Möglichkeiten fundamentale Wechselwirkungsprozesse zwischen Atomen, Ionen und Elektronen zu untersuchen. Mögliche Anwendungen beinhalten sogenanntes Quantensensing und Quantensimulation

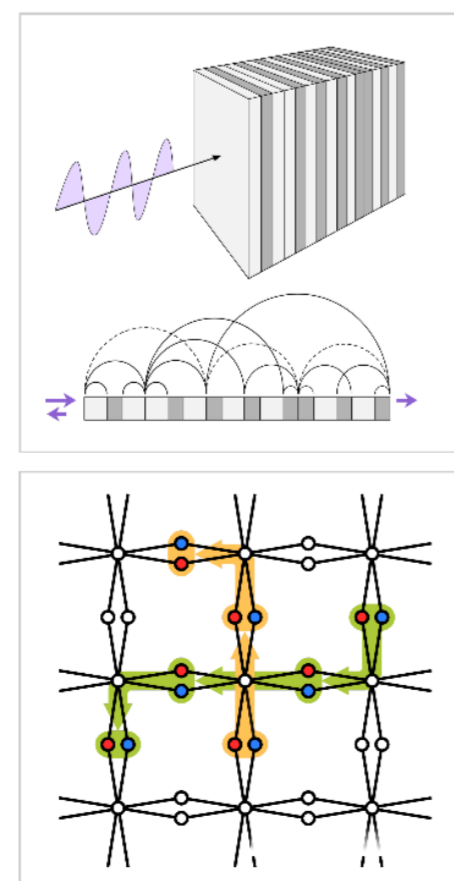


Solitonen und Vortices in Bose-Einstein Kondensaten

Die atomare Wechselwirkung in Bose-Einstein Kondensaten sorgt für eine Reihe ungewöhnlicher Anregungen, zu denen Solitonen und Vortices gehören. Solitonen entsprechen nicht zerfließenden Wellenpaketen und Vortices sind durch ihre Wirbelform charakterisiert. Mittels analytischer und numerischer Techniken untersuchen wir die Struktur, Stabilität und Dynamik von Quantengasen mit solchen nichtlinearen Anregungen

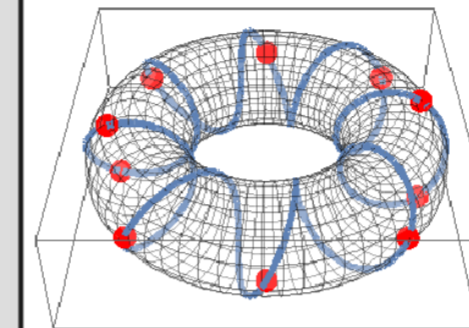
Lokale Symmetrien

Symmetrie ist eines der fundamentalsten Begriffe in der Physik, wodurch das Verständnis und theoretische Beschreibung vieler Systeme erheblich vereinfacht werden. Dies beruht auf der allgemeinen Verbindung zwischen Symmetrien und Erhaltungsgrößen. In der Wellenmechanik führt z.B. globale Spiegelsymmetrie zu Eigenmoden bestimmter Parität und Translationssymmetrie zur Entstehung von spektralen Bändern. Wenn aber eine örtliche Symmetrie nur in einem Teil des kompletten Systems vorhanden ist, dann verlieren solche Regeln allgemein ihre Gültigkeit. Wir untersuchen solche "lokale Symmetrien" im Hinblick auf deren Konsequenzen für quanten- und allgemeine wellenmechanische Systeme, insbesondere auch auf deren Ausnutzung für den Transport lokalisierter Zustände in netzwerkähnlichen Strukturen.



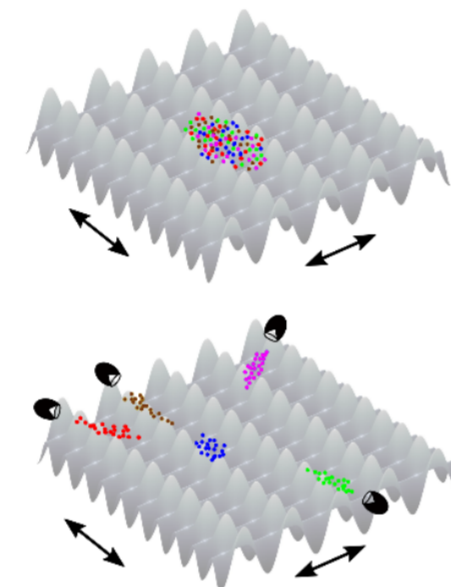
Langreichweitige Wechselwirkungen in helikalen Systemen

Das Verhalten von geladenen Teilchen auf eindimensionalen Mannigfaltigkeiten kann überraschend komplex sein. Wenn die Wechselwirkungen (WW) nicht auf den 1D Pfad beschränkt sind und frei im dreidimensionalen Raum wirken können, ist das effektive WW-Potential stark von den lokalen Geometrien an den Teilchenpositionen abhängig. Im Beispiel von geladenen Teilchen auf einer Helix oszilliert das effektive WW-Potential mit dem (parametrisierten) Teilchenabstand. Dadurch können (i) abstoßende Wechselwirkungen zu gebundenen Zuständen führen (ii) Bandinversion und flache Bänder auftreten (iii) nichtlineare Phasen kollektiver Bewegung entstehen.



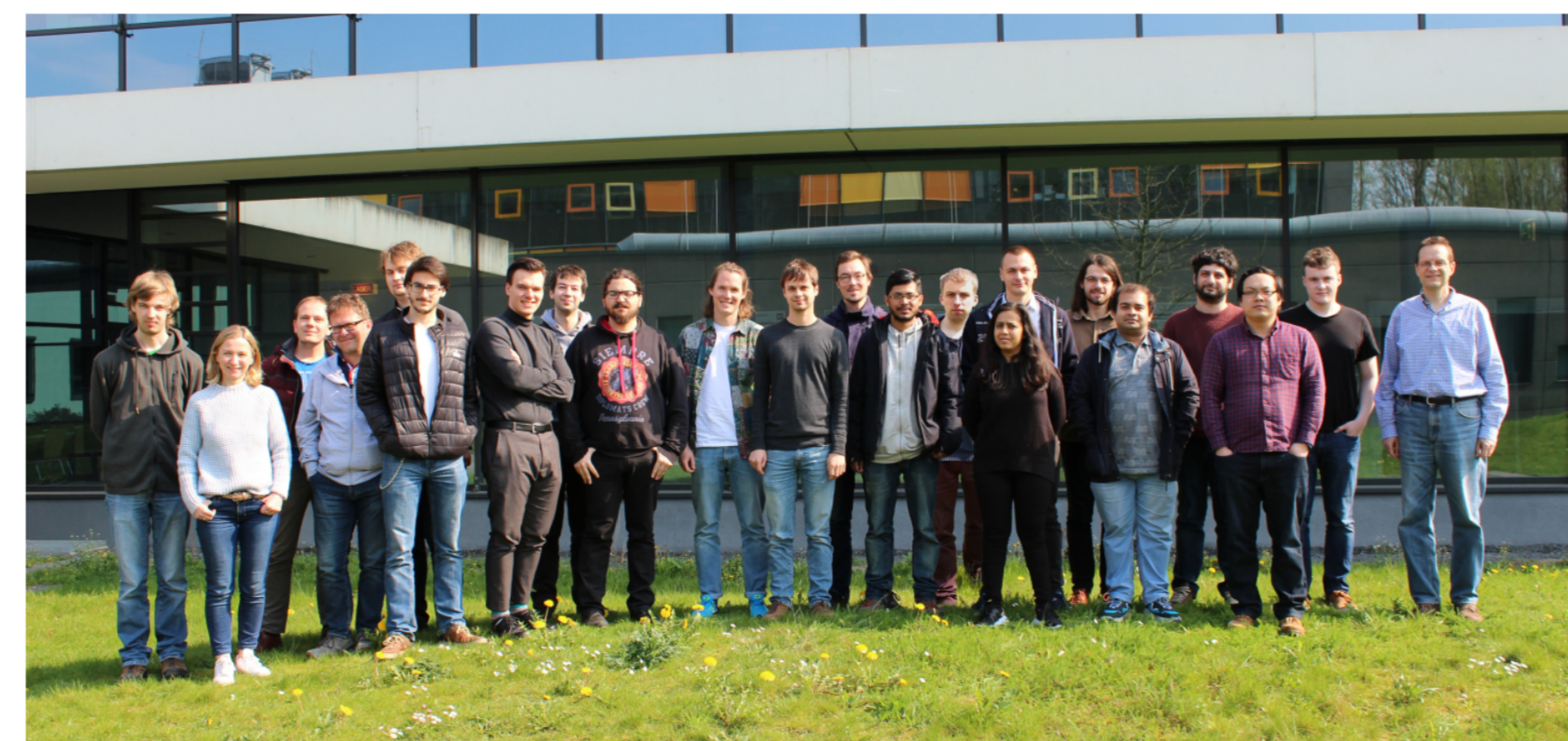
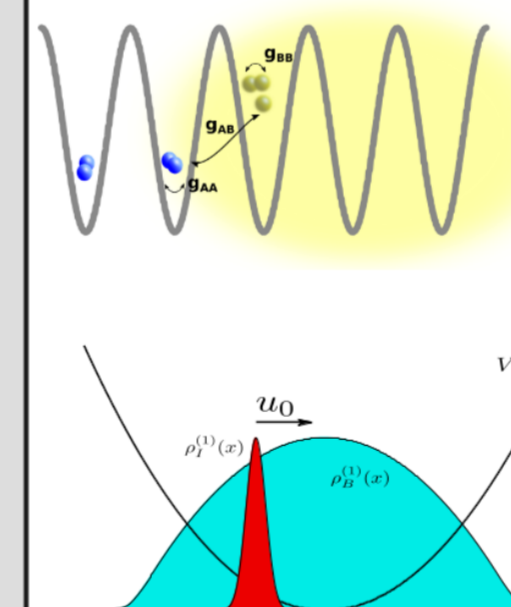
Gerichteter Transport in getriebenen Gitterstrukturen

Wir untersuchen die Dynamik von Teilchen in Gitterpotentialen getrieben durch externe zeitabhängige Kräfte. Selbst für einfach oszillierende Triebkräfte weisen die Teilchen verschiedene Dynamik auf, von gebundener zu chaotischer oder ballistischer Bewegung. Wir suchen nach Möglichkeiten diese dynamische Regimes zu kontrollieren, indem wir den klassischen Phasenraum analysieren. Vom besonderen Interesse sind die sogenannten "Ratchets", wo die Triebkraft im Mittel Null ist, dennoch aber ein gerichteter Transport stattfindet.



Nichtgleichgewichts-Quantendynamik in ultrakalten Gasen

Ultrakalte Atome stellen eine sehr mächtige und flexible Plattform für die Untersuchung von fundamentalen Quantenprozessen dar. Zum einen erlauben sie beliebige Fallengeometrien zu verwirklichen einschließlich der Manipulation der Fallendimensionalität. Zum anderen ermöglichen die sogenannten Feshbach Resonanzen die Kontrolle über die Wechselwirkungen zwischen den Atomen. So lassen sich z.B. unterschiedliche Modelle aus der Festkörper Physik modellieren und systematisch untersuchen. In unserer Arbeitsgruppe analysieren wir die stationären Eigenschaften und insbesondere die Nichtgleichgewichtsdynamik von ultrakalten Bosonen und Fermionen mit dem Fokus auf durch Korrelationen induzierte Effekte, die in stark wechselwirkenden Systemen auftreten.



Was Wir Anbieten:

- Interessante offene Fragestellungen
- Anwendung von modernen numerischen Methoden zur Simulation komplexer physikalischer Systeme
- Analyse von physikalischen Systemen mittels bewährter Observablen
- Entwicklung von effektiven Modellen und approximativen Ansätzen
- Qualifizierte Betreuer aus den jeweiligen Feldern und regelmäßige Diskussionen über den Fortschritt der Arbeit

Was Wir Erwarten:

- Neigung zu und Interesse an der Theoretischen Physik
- Freude am wissenschaftlichen Arbeiten
- Programmierkenntnisse sind willkommen, aber nicht notwendig

Hast Du Interesse?

Dann schreib uns eine Mail, um einen Termin zu vereinbaren, damit wir ein für Dich passendes und spannendes Projekt finden können!

Kontakt:

Prof. Dr. Peter Schmelcher
peter.schmelcher@physnet.uni-hamburg.de

Für mehr Information über die Arbeitsgruppe und unsere Forschungsgebiete:

