

## Quantum Optics of Nano- and Micromechanical Systems

### 438. WE-Heraeus-Seminar

Nano- und mikromechanische Systeme rücken immer stärker in den Fokus der Quantenphysik. Durch die Möglichkeit, solche Objekte mit Methoden der Quantenoptik zu manipulieren, liegt das Quantenregime mechanischer Systeme in greifbarer Nähe. Ein bekanntes Beispiel ist die kürzlich gezeigte Laserkühlung von mikromechanischen Schwingungsmoden, in Analogie zur Laserkühlung einzelner Atome. Die Ziele dieses Forschungsgebiets reichen von neuen Anwendungen für Metrologie, Photonik und Sensorik bis hin zu fundamentalen Fragen. Das Seminar, das vom 19. bis 22. Juli im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, zeigte die aktuellen Trends in diesem jungen, multidisziplinären Feld der Quanten-Optomechanik auf.

Durch die Strahlungsdruck-Wechselwirkung zwischen mechanischen Resonatoren und Lichtfeld in optischen Kavitäten sollen in Zukunft u. a. nichtklassisches Licht und mechanische Superpositionszustände bis hin zu verschränkten Zuständen zwischen Licht und Mechanik realisiert werden. Dies kann in einer Vielzahl von Systemen geschehen. Eine der vorgestellten faszinierenden Entwicklungen ist der Einsatz photonisch-phononischer Kristalle. Weiterhin wurden nanomechanische Resonatoren in supraleitenden Mikrowellen-Kavitäten mittlerweile auf wenige phononische Anregungen gekühlt. Einen Vorgeschmack auf das Quantenregime liefern Experimente, in denen kollektive Freiheitsgrade von bis zu  $10^5$  ultrakalten Atomen die Rolle von mechanischen Resonatoren übernehmen. Überdies wird untersucht, wie sich Atome an mechanische Resonatoren koppeln lassen.

Neben der optischen Kopplung gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, die von elektrischer und magnetischer Kopplung Gebrauch machen. Dabei werden z. B. die Vibrationen von Kohlenstoff-Nanoröhren im elektronischen Tunnelstrom nachgewiesen oder einzelne Atomspins anhand ihrer magnetischen Kopplung an mechanische Resonatoren ultrasensitiv detektiert. Weitere Ansätze reichen von skalierbaren mechanischen Bus-Systemen in Quanteninformations-Netzwerken bis hin zur detaillierten Modellierung der Dekohärenz und der mechanischen Güte.

Neben drei Posterpreisen bot das Seminar viel Möglichkeit für angeregte Diskussionen mit den international führenden Forschern in gewohnt perfekter Atmosphäre. Dafür danken wir den 80 Teilnehmern, dem Team des Physikzentrums, dem NCCR für Quantenphotonik und insbesondere der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

**Markus Aspelmeyer, Tobias J. Kippenberg und Florian Marquardt**

## Charmed Exotics

### 447. WE-Heraeus-Seminar

In den vergangenen Jahren erfuhr das Feld der Teilchenspektroskopie eine Renaissance, da aufgrund verbesserter experimenteller Möglichkeiten eine große Zahl neuer Zustände im Charm-Sektor gefunden wurde. Viele davon passen nicht in die Klassifikation des Quarkmodells, und es ist zu erwarten, dass aus dem theoretischen Verständnis des Teilchenspektrums neue Einsichten in die starke Wechselwirkung gefunden werden. Vor diesem Hintergrund fand das Seminar vom 10. bis 12. August mit 50 Wissenschaftlern aus acht Nationen statt. Das Ziel war es, neueste experimentelle Ergebnisse zu diskutieren, die verschiedenen theoretischen Ansätze zu vergleichen und relevante Observable zu identifizieren, die es erlauben, zwischen den Szenarien zu unterscheiden.

Im Zentrum standen Übersichtsvorträge der verschiedenen großen Experimente wie Belle, BaBar und anderen. Die Diskussion drehte sich v. a. darum, wie die neuen Daten am besten zu analysieren sind – insbesondere welche Linienformen in den Fitroutinen zugelassen werden sollten, wenn es sich bei einem Zustand z. B. um ein hadronisches Molekül handelt.

Hadronische Moleküle waren auch ein zentrales Thema der theoretischen Vorträge. Zwar ließ sich noch kein einheitliches Bild für so kontroverse Zustände wie das  $X(3872)$  zeichnen, aber die teilweise sehr intensiv geführten Diskussionen zeigten, dass mithilfe effektiver Feldtheorien große Fortschritte in unserem theoretischen Verständnis der starken Wechselwirkung in den kommenden Jahren auch im Bereich der Spektroskopie zu erwarten sind.<sup>#)</sup>

Sehr erfreulich war die große Zahl junger Teilnehmer, die auf Postern ihre Forschungsthemen vorstellten. Den Posterpreis teilten sich Jörn Becker und Thomas Held (Bochum) sowie Jan Schulze und Marc Pelizäus (Bochum). Beide Poster überzeugten durch Klarheit der Darstellung und des Inhaltes.

Die Teilnehmer zeigten sich von der Konferenz begeistert und lobten insbesondere die unbürokratische und effiziente Unterstützung von Seiten der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

**Christoph Hanhart, Siegfried Krewald und Ulrich Wiedner**

**Prof. Dr. Markus Aspelmeyer**, Fakultät Physik, Universität Wien; **Prof. Tobias J. Kippenberg**, PhD, Caltech, MPQ München und EPFL Lausanne; **Dr. Florian Marquardt**, Emmy-Noether-Gruppenleiter, LMU München

**Dr. Christoph Hanhart, Prof. Siegfried Krewald**, FZ Jülich; **Prof. Ulrich Wiedner**, U Bochum

<sup>#)</sup> Die Vorträge sind unter [www.fz-juelich.de/ikp/charmex](http://www.fz-juelich.de/ikp/charmex) verfügbar. Außerdem werden Kurzproceedings über das arxiv der Community zur Verfügung gestellt.