

## Pressemitteilung

### Max-Planck-Institut für Quantenoptik

#### Dr. Olivia Meyer-Streng

10.03.2016

<http://idw-online.de/de/news647557>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen  
Physik / Astronomie  
überregional

## Die klassische Physik hat den Dreh heraus

**Einfache Spin-Modelle, die ursprünglich für die Erklärung des Magnetismus entwickelt wurden, können sämtliche Phänomene der klassischen Physik reproduzieren, so Wissenschaftler am MPQ und UCL.**

Gemma De las Cuevas vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) in Garching und Toby Cubitt vom University College London (UCL) haben erstmals gezeigt, dass solche einfachen universellen Modelle existieren. Ihre theoretischen Untersuchungen bauen auf Pionierarbeiten aus den 80er Jahren auf, die an der Schnittstelle von theoretischer Computerwissenschaft und theoretischer Physik erfolgten. Danach sind extrem einfache Computer universell: sie können im Prinzip alles berechnen, was überhaupt berechnet werden kann. Die neuen Resultate demonstrieren, dass etwas sehr analoges auch in der Physik auftritt (Science, 11. März 2016).

Spin-Systeme modellieren die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen, aus denen ein Stoff besteht, in einer sehr vereinfachten Weise. In der einfachsten Variante kann jedes Teilchen bzw. jeder Spin nur in einem von zwei möglichen Zuständen sein, z.B. aufwärts oder abwärts gerichtet. Die Wechselwirkung zwischen benachbarten Teilchen führt dazu, dass sie sich entweder parallel oder entgegengesetzt ausrichten. Dieses Modell ist nach dem Physiker Ernst Ising benannt, der es 1924 in seiner Doktorarbeit untersuchte.

„Modelle in unterschiedlichen Dimensionen oder mit unterschiedlichen Symmetrien weisen ein sehr unterschiedliches physikalisches Verhalten auf. Unsere Untersuchungen zeigen, dass alle diese Unterschiede verschwinden, wenn man Modelle mit variablen Kopplungsstärken betrachtet, da sie alle äquivalent zu universellen Modellen sind“, sagt Dr. Gemma De las Cuevas, Wissenschaftlerin in der Abteilung Theorie von Prof. Ignacio Cirac am MPQ.

Frühere Arbeiten von De las Cuevas und anderen haben dieser Arbeit den Weg gewiesen. Sie zeigten, dass in Bezug auf thermodynamische Eigenschaften in komplizierteren Modellen etwas Ähnliches passiert. Diese neue Arbeit zeigt, dass das Ergebnis für die gesamte klassische Physik und für viel einfachere Modelle Gültigkeit hat. Indem die zu Grunde liegende Physik mit der Komplexitätstheorie verbunden wird – einem Zweig der theoretischen Computerwissenschaften – erklären die Ergebnisse auch, woher die Universalität kommt, und sie definieren genau, welche Modelle universell sind und welche nicht.

„Einen Computerwissenschaftler werden diese Ergebnisse vielleicht nicht überraschen, weil er mit der Vorstellung vertraut ist, dass universelle Computer prinzipiell alles simulieren können, sogar andere Computer“, meint Ko-Autor Dr. Toby Cubitt vom Fachbereich Computerwissenschaften des UCL. „Aber die Tatsache, dass ein ähnliches Phänomen auch in der Physik auftaucht, ist weit überraschender, und diese Erkenntnis hat bislang noch keinen Eingang in Anwendungen gefunden. In der wissenschaftlichen Gemeinschaft machen wir gerade die Erfahrung, dass Ideen aus der theoretischen Computerwissenschaft, untermauert von harten mathematischen Beweisen, unser Verständnis von der Physik vertiefen können. Es ist im Moment sehr spannend, an der Schnittstelle dieser beiden Gebiete zu arbeiten.“

Aber er betont: „Es handelt sich dabei keineswegs um das gut bekannte Phänomen der Universalität in der statistischen Physik. Universalität erklärt hier, warum sich verschiedene mikroskopische Modelle gleich benehmen. Unsere

universellen Modelle sind gewissermaßen sogar das Gegenteil: Sie können ganz unterschiedliche Eigenschaften, sogar jede prinzipiell mögliche, annehmen.“ Und De las Cuevas ergänzt: „Spin-Modelle werden nicht nur in der Physik verwendet. Sie modellieren vielmehr viele andere komplexe Systeme, wie z.B. neuronale Netzwerke, Proteine oder soziale Netzwerke. All diese Systeme kann man vereinfacht mit Hilfe von Objekten (Neuronen, Aminosäuren oder Personen) beschreiben, die miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen.“ Die neuen Ergebnisse könnten es also ermöglichen, auch für diese Systeme ein tieferes Verständnis zu entwickeln.

Die Forscher beschäftigen sich nun mit der Frage, ob ihre theoretischen Ergebnisse in der Praxis angewandt werden können, um z.B. numerische Simulationen von Vielteilchensystemen zu verbessern, oder um neuartige komplexe Systeme zu konstruieren, von denen man bis jetzt gedacht hat, dass sie mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden Techniken nicht herzustellen seien.

Die Arbeit wurden unterstützt vom EU-Projekt SIQS, der Royal Society (UK) sowie der John Templeton Foundation.

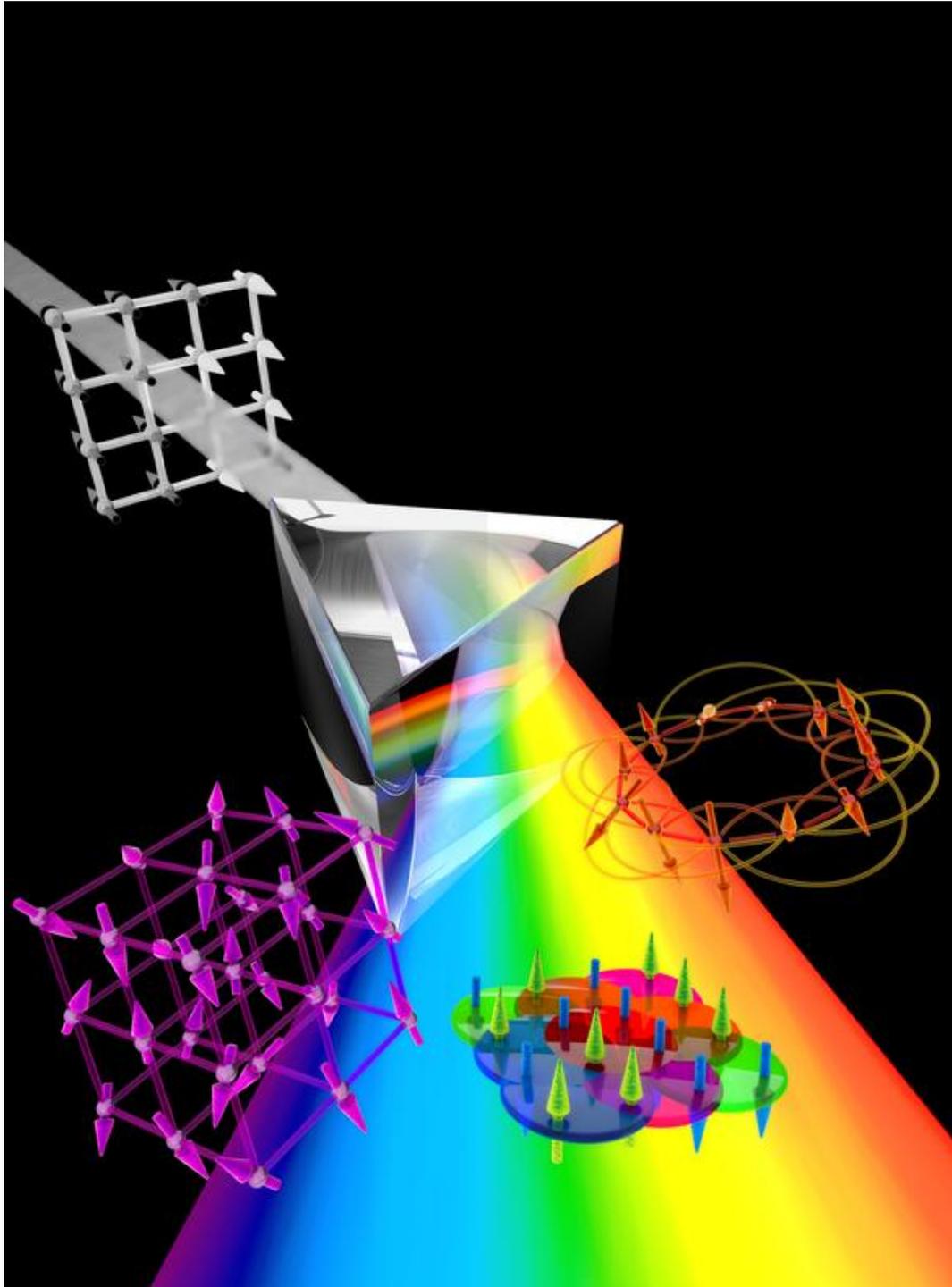
Originalveröffentlichung:  
Gemma De las Cuevas and Toby S. Cubitt  
Simple universal models capture all classical spin physics  
Science, 11. März 2016

Kontakt:

Dr. Gemma de las Cuevas  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Str. 1  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 / 32 905 - 343  
E-Mail: gemma.delascuevas@mpq.mpg.de

Dr. Toby S. Cubitt  
University College London  
Dept. of Computer Science  
66-72 Gower Street  
London WC1E 6EA  
United Kingdom  
Telefon: +44 (0)20 3108 7158  
E-Mail: T.Cubitt@cs.ucl.ac.uk

Dr. Olivia Meyer-Streng  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 32 905 - 213  
E-Mail: olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de



Universelle Modelle enthalten sämtliche Spin-Modelle, so wie weißes Licht alle Farben enthält.  
Grafik: Christian Hackenberger