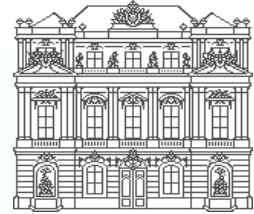




INSTITUT FÜR QUANTENOPTIK UND QUANTENINFORMATION



ÖSTERREICHISCHE  
AKADEMIE DER  
WISSENSCHAFTEN

Medieninformation 2/2006 SPERRFRIST: 15. März 2006, 19.00 Uhr MEZ

## Geheimnisvolle Quantenzustände erstmalig beobachtet

Innsbrucker Physiker bestätigen 35 Jahre alte Theorie von Vitali Efimov.

**Aus dem Labor von Wittgenstein-Preisträger Rudolf Grimm und Start-Preisträger Hanns-Christoph Nägerl gibt es erneut Erstaunliches zu berichten: Den Innsbrucker Experimentalphysikern ist es erstmalig gelungen, so genannte Efimov-Zustände zu beobachten. Diese wurden vor über 35 Jahren vom Russen Vitali Efimov theoretisch vorhergesagt und waren seither begehrtes Objekt zahlloser Forschungsgruppen. Die Zeitschrift Nature berichtet darüber in ihrer aktuellen Ausgabe.**

Geschäftsführender Direktor  
O.Univ.Prof. Dr. Rainer Blatt  
Tel. +43 512 507-4720  
Fax +43 512 507-9815  
Mail rainer.blatt[at]oeaw.ac.at

Administrativer Direktor  
ADir. Markus R. Knabl  
Tel. +43 512 507-4700  
Mobil +43 664 316 8816  
Fax +43 512 507-9815  
markus.knabl[at]oeaw.ac.at

15. März 2006

Das Zusammenspiel von drei Objekten mathematisch zu beschreiben, gilt in der Physik als schwere Aufgabe. So erwies sich schon die Berechnung der Umlaufbahnen von drei sich gegenseitig anziehenden Himmelskörpern seit den Entdeckungen von Johannes Kepler und Nikolaus Kopernikus als eines der schwierigeren mathematischen Probleme. Die Physiker sprechen deshalb auch vom Dreikörperproblem. Umso überraschender war es denn auch, als der Russe Vitali Efimov Anfang der 70er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts Dreikörpersysteme in der Quantenwelt beschrieb, deren theoretische Lösung verblüffend einfach war. Er prophezeite, dass sich drei Teilchen unter Ausnutzung der quantenmechanischen Eigenschaften zu einem Objekt vereinen können, obwohl sie paarweise zu keiner Verbindung imstande sind. Noch erstaunlicher: Wenn man die Entfernung zwischen den Teilchen jeweils um den Faktor 22,7 vergrößert, ergeben sich unendlich viele solcher Efimov-Zustände. Seine scheinbar widersprüchlichen Vorhersagen wurden in den ersten Jahren von den Koryphäen der Physik zunächst stark angezweifelt. In den folgenden Jahrzehnten versuchten sich weltweit zahllose Forschungsgruppen an dem Nachweis dieser mysteriösen Quantenzustände. Das Interesse der Wissenschaft an diesem physikalischen Phänomen ist deshalb so groß, weil es laut Efimov universellen Charakter hat. So gilt das Gesetz in der Kernphysik, wo die so genannte starke Wechselwirkung für die Bindung der Teilchen in den Atomkernen verantwortlich ist, ebenso wie bei molekularen Verbindungen, die auf elektromagnetischen Kräften beruhen.

### Weltweit erste Beobachtung

Am Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck ist es Forschern um Rudolf Grimm und Hanns-Christoph Nägerl nun erstmalig gelungen, diese Efimov-Zustände experimentell nachzuweisen und damit ein Stück Physik-Geschichte zu schreiben. Sie beobachteten dazu ein ultrakaltes Gas aus freien Cäsiumato-

INSTITUT FÜR QUANTENOPTIK UND QUANTENINFORMATION · A-6020 INNSBRUCK · OTTO HITTMAYER-PLATZ 1 · TECHNIKERSTRASSE 21A



MIT UNTERSTÜTZUNG VON:



men, das bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt ein Bose-Einstein-Kondensat bildet. Dieser neue Materiezustand hat quantenmechanische Eigenschaften und die Kräfte zwischen den einzelnen Teilchen können von den Innsbrucker Physikern sehr exakt kontrolliert werden. In den letzten Jahren haben sie in diesem Gas erstmals auch Moleküle gebildet. Mit Hilfe so genannter Feshbach-Resonanzen lassen sich die Abstände zwischen den Teilchen genau einstellen und so auch die Bedingungen für die Dreiteilchenbindung nach Efimov schaffen. Die entstehenden Efimov-Objekte werden dabei nicht direkt beobachtet, sondern indirekt durch einen starken Verlust von Teilchen nachgewiesen. „Wir können diese drei schwach aneinander gebundenen Teilchen nicht einfangen“, erläutert Prof. Rudolf Grimm. „Wir sehen sie aber indirekt als sehr drastischen Verlust von Teilchen in unserem ultrakalten Gas, wenn wir ganz bestimmte Magnetfelder anlegen. Ihr charakteristisches Verhalten zeigt sich dann in Efimov-Resonanzen. Eine solche Resonanz haben wir jetzt beobachtet.“

### **Auf der Suche nach weiteren Efimov-Resonanzen**

„Der Efimov-Zustand ist ein schwer zu veranschaulichendes Phänomen, er gilt aber seit Jahrzehnten als eines der größten Geheimnisse der Quantenmechanik“, erzählt Hanns-Christoph Nägerl. „Das Interesse an unseren Daten ist deshalb in der wissenschaftlichen Gemeinschaft auch enorm groß. Nun liegt es an den Theoretikern, mit unseren neuen Daten das Verständnis des Dreikörperproblems zu vertiefen.“ Die Innsbrucker Experimentalphysiker wollen unterdessen weiter mit ihren ultrakalten Cäsiumatomen experimentieren und noch andere Efimov-Resonanzen nachweisen. Sie werden dabei vom Österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF), der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) und der Europäischen Union unterstützt.

\*\*\*\*\***Bitte beachten Sie die SPERRFRIST: 15. März 2006, 19.00 Uhr MEZ**\*\*\*\*\*

**Bilder:** <http://www.ultracold.at/efimov/>

**Hintergrundinformationen:** <http://efimov.ultracold.at/>

**Publikation:** Evidence for Efimov quantum states in an ultracold gas of caesium atoms. T. Kraemer, M. Mark, P. Waldburger, J.G. Danzl, C. Chin, B. Engeser, A.D. Lange, K. Pilch, A. Jaakkola, H.-C. Nägerl, R. Grimm, Nature 16. 3. 2006

**Preprint:** <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0512394>

Kontakt:

Dr. Hanns-Christoph Nägerl

Institut für Experimentalphysik

Universität Innsbruck

Technikerstraße 25, 6020 Innsbruck, Österreich

Tel.: +43 512 507-6316

Fax: +43 512 507-2921

Email: Christoph.Naegerl[at]uibk.ac.at

Web: <http://www.ultracold.at>

Dr. Christian Flatz

Public Relations

Institut für Quantenoptik und Quanteninformation

der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

A-6020 Innsbruck, Technikerstraße 21a

Tel. +43 650 5777122

E-Mail: pr-iquqi[at]oeaw.ac.at