



Institut für Quantenoptik und Quanteninformation
Österreichische Akademie der Wissenschaften

Otto Hittmair-Platz 1 / Technikerstraße 21a
6020 Innsbruck, Austria, Europe
Tel +43 512 507 4701
Fax +43 512 507 9815
iqoqi-ibk@oeaw.ac.at
www.iqoqi.at

Geschäftsführender Direktor
Univ.Prof. Dr. Rainer BLATT
rainer.blatt@oeaw.ac.at

Physik-Geschichte miterlebt

**Der berühmte Theoretiker Vitaly Efimov
ist an der Universität Innsbruck zu Gast**

Der Entdecker der Efimov-Zustände, der russisch-amerikanische Physiker Vitaly Efimov, ist derzeit zu Gast an der Universität Innsbruck. Er besucht hier jene Forschungsgruppe, die nach 35 Jahren erstmals seine theoretischen Vorhersagen im Experiment nachwies: 2006 hatte ein Team um Wittgenstein-Preisträger Rudolf Grimm einen Efimov-Zustand in einem ultrakalten Gas aus Cäsiumatomen beobachtet.

Es ist eine der großen Geschichten, die die Wissenschaft manchmal schreibt: 1970 hatte in Russland ein Physiker eine verblüffend einfache Lösung für ein sehr kompliziertes Problem gefunden. Er dachte über das Verhalten von drei sich gegenseitig anziehenden Objekten in der Quantenwelt nach. Während sich die Wechselwirkung zwischen zwei Körpern einfach berechnen lässt, zählt das Verhalten mehrerer sich anziehender Körper zu den schwierigen Problemen der Physik. Doch Vitaly Efimov 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: Wird die Entfernung zwischen den Teilchen jeweils um den Faktor 22,7 vergrößert, ergeben sich unendlich viele solcher Efimov-Zustände. Laut dem Theoretiker hat das Phänomen universellen Charakter, gilt also für Teilchen im Atomkern ebenso wie für molekulare Verbindungen. Diese Aussagen wurden in der wissenschaftlichen Gemeinde zunächst mit Skepsis aufgenommen. Der experimentelle Nachweis wollte lange Zeit nicht gelingen.

Doch 35 Jahre nach der Veröffentlichung der theoretischen Vorhersagen von Vitaly Efimov konnten die Innsbrucker Quantenphysiker um Rudolf Grimm und Hanns-Christoph Nägerl diese besonderen Quantenzustände erstmals mit experimentellen Daten belegen. Sie beobachteten dazu ein ultrakaltes Gas aus freien Cäsiumatomen, das bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt ein Bose-Einstein-Kondensat bildet. Mit einem Magnetfeld stellten sie die Abstände zwischen den Teilchen genau ein und schufen so die Bedingungen für die Dreiteilchenbindung nach Efimov. Die entstehenden Efimov-Objekte wurden zwar nicht direkt beobachtet, konnten aber durch einen starken Verlust von



Teilchen nachgewiesen werden. Nun besuchte der Theoretiker Vitaly Efimov erstmals jenes Innsbrucker Labor, in dem seine Aussagen schließlich eine erste experimentelle Bestätigung fanden.

„Aus unserer Entdeckung hat sich in der Zwischenzeit ein ganz neues Arbeitsfeld entwickelt“, ist Rudolf Grimm begeistert. „Immer mehr Forschungsgruppen aus aller Welt beginnen mit Untersuchungen von Efimov-Zuständen.“ Auch die Innsbrucker Forscher haben ihre Experimente fortgesetzt und in diesem Jahr erstmals Efimov-Zustände auch zwischen einem Atom und einem zweiatomigen Molekül nachgewiesen. Noch einmal erweitert haben sie das Feld, als sie heuer im März Vierkörperzustände beobachteten, die eng mit den Efimov-Zuständen verbunden sind. Mehrkörperprobleme zählen zu den schwierigsten Fragen der Physik, deren Lösung seit Jahrhunderten die klügsten Köpfe der Naturwissenschaften beschäftigt. Ausgefeilte Methoden und ein enormer numerischer Rechenaufwand sind auch heute noch notwendig, um solche Fragestellungen zu lösen. „Die Forschungen zu Efimov-Zuständen bringen die Wissenschaft auf der Suche nach einfachen Gesetzmäßigkeiten in den komplexen Zusammenhängen von mehreren sich gegenseitig beeinflussenden Objekten wieder einen wichtigen Schritt voran“, ist Prof. Grimm überzeugt.

Vitaly Efimov wanderte in den 1990er-Jahren von Russland in die USA aus. Dort ist er bis heute an der University of Washington, Seattle, als Professor für Physik tätig und widmet sich vor allem der Lehre. Nach den Innsbrucker Entdeckungen stoßen seine Forschungen heute aber weltweit wieder auf größtes Interesse. Eine internationale Tagung zu Efimov-Zuständen in Rom ist es auch, die ihn nun wieder nach Europa führte. Auch in Innsbruck wird sein Besuch mit einem kleinen Symposium begangen. Heimische Nachwuchsforscherinnen und -forscher berichten an der Universität Innsbruck über ihre Experimente zu Efimov-Zuständen.

Bilder vom Besuch Efimovs in Innsbruck finden Sie unter: <http://www.iqoqi.at/media/download/>

Kontakt:

Prof. Rudolf Grimm
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Technikerstraße 21a, A-6020 Innsbruck,
Tel: +43 512 507-6300 od. 4760
Email: rudolf.grimm@oeaw.ac.at
<http://www.ultracold.at>

Dr. Christian Flatz
Public Relations
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Technikerstraße 21a, A-6020 Innsbruck,
Tel.: +43 650 5777122
E-Mail: pr-iqoqi@oeaw.ac.at