

# info

Das Magazin des Wissenschaftsfonds

## Wo bleibt die Forschung?

**PEEK: Internationale Anerkennung für Österreichs Arts-based Research » START & Wittgenstein: „Ausgezeichnete“ Top-Forschung » Frau in der Wissenschaft: Sabine Ladstätter » Interview: Dame Janet Ritterman » Persönliche Paradigmen: Jürgen Knoblich**

**FWF**

Der Wissenschaftsfonds.



» **START-Preis 2009** Bis zu 200.000 € pro Jahr, bis zu sechs Jahre Laufzeit: Mit dem START-Preis unterstützt der FWF die Forschungsarbeiten und -projekte junger SpitzenforscherInnen. Das Themenspektrum reicht 2009 von der Quantenphysik über die Medizin bis zur Computeralgebra. »

**FRANCESCA FERLAINO**

**Ultrakalte Erbium-Atome:  
exotische quantenentartete Gase,  
Institut für Experimentalphysik,  
Leopold-Franzens-Universität  
Innsbruck**



Ultrakalte Quantengase haben außergewöhnliche Eigenschaften und bieten ideale Möglichkeiten, um grundlegende Fragen der Physik im Detail zu studieren. Insbesondere sind sie als Modellsysteme für die Untersuchung der Eigenschaften von Festkörpern sehr gut geeignet. Für dieses Projekt wurde ein neues, exotisches Element für Experimente mit quantenentarteten Gasen und stark korrelierten Systemen ausgewählt: Erbium, ein sehr seltenes und bisher wenig untersuchtes Metall.

Da die fundamentalen Wechselwirkungseigenschaften von Erbium-Atomen bisher unbekannt sind, wird in dem Projekt zunächst eine optisch eingefangene ultrakalte Erbium-Wolke mit der so genannten Feshbach-Spektroskopie untersucht. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend sollen geeignete Strategien gefunden werden, um Bose-Einstein-Kondensate und entartete Fermi-Gase mit Erbium-Atomen zu realisieren. Außerdem soll ein Gas mit stark polaren Erbium-Molekülen synthetisiert werden. Diese quantenentarteten atomaren und molekularen Systeme werden dann als Ausgangsbasis dafür benutzt, um Quantenmaterie mit extrem polarem Charakter herzustellen und dessen Vielteilchenwechselwirkungen zu untersuchen. Später sollen die schweren Erbium-Atome mit den viel leichteren Lithium-Atomen vermischt werden, um durch die extreme Kombination von Massen die Modifikationen von schwach gebundenen Efimov-artigen Dreikörperzuständen zu analysieren und damit neue physikalische Erkenntnisse über Mehrkörperphänomene zu erlangen.

**ILSE FISCHER**

**Kompakte Abzählformeln für  
verallgemeinerte Partitionen,  
Institut für Mathematik,  
Universität Wien**



Zahlen und Formeln werden gemeinhin mit Mathematik assoziiert. Dieses Projekt verbindet die beiden Begriffe.

Zahlen benutzt man unter anderem zum Abzählen, beispielsweise kann man schon mit Mitteln der Schulmathematik sehen, dass es insgesamt 8.145.060 verschiedene Lottotipps bei „6 aus 45“ gibt. In dem Projekt geht es um die Entwicklung von effizienten Abzählmethoden – die zu zählenden Objekte stammen dabei aus den verschiedensten Bereichen, wie beispielsweise innermathematisch aus der Algebra und außer-mathematisch aus der statistischen Physik, wo unter anderem bestimmte Molekülanordnungen gezählt werden.

Es liegt in der Natur der Sache, dass man nur sehr wenige Abzählprobleme durch eine einfache Formel lösen kann. Überraschender ist jedoch, dass es MathematikerInnen noch immer schwer fällt, vorauszusagen, wann ein Abzählproblem so eine einfache Lösung zulässt. Das ultimative Ziel des Projekts ist, das diesbezügliche Verständnis entscheidend zu verbessern. Der vorgeschlagene Ansatz ist ein geometrischer, der eine bildliche Erklärung für die auftretenden Phänomene liefern soll.

**ARTHUR KASER**

Rolle von ER-Stress und XBP1 für die Schleimhautfunktion, Univ.-Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie & Hepatologie, Medizinische Universität Innsbruck



Endoplasmatischer-Retikulum (ER)-Stress wird mit einer Reihe verschiedenster Erkrankungen in Zusammenhang gebracht. Er ist ein evolutionär konservierter Mechanismus, der Zellen durch Aktivierung des „Ungefalteten Protein Responses“ (UPR) erlaubt, mit dem Auftreten von miss- oder ungefalteten Proteinen umzugehen. Arthur Kaser und KollegInnen haben kürzlich entdeckt, dass pathologischer ER-Stress, der entsteht, wenn einer der drei proximalen Effektoren des UPR, nämlich das X-Box-bindende Protein-1 (XBP1), genau im Epithel der Darmschleimhaut genetisch ausgeschaltet wird, zum Auftreten einer Darmentzündung führt, die jener bei chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED) stark ähnelt. Weiters konnte gezeigt werden, dass genetische Polymorphismen in XBP1 mit beiden Formen der CED assoziiert waren, nämlich Mb Crohn (MC) und Colitis ulcerosa (CU).

Das START-Projekt gründet auf dieser zentralen Entdeckung und basiert auf drei wesentlichen Säulen, die experimentell untersucht werden sollen: (1) Aufklärung der molekularen Mechanismen, die unkontrollierten ER-Stress mit Entzündung verbinden. (2) Überprüfung der Hypothese, dass XBP1-Defizienz zur Entstehung des kolorektalen Karzinoms beitragen könnte, und zwar sowohl zum sporadischen als auch zum entzündungsassoziierten. (3) Testung der Hypothese, dass XBP1 und ER-Stress zur molekularen Pathologie der primären sklerosierenden Cholangitis (PSC) beitragen könnte, einer kaum verstandenen tödlichen Erkrankung, die zu Strikturen der Gallengänge und konsekutiv zur Leberzirrhose führt, und welche häufig mit CU assoziiert auftritt.

**MANUEL KAUSERS**

Schnelle Computeralgebra für spezielle Funktionen, Research Institute for Symbolic Computation, Johannes-Kepler-Universität Linz



Aus weiten Teilen der modernen Mathematik ist der Computer heute nicht mehr wegzudenken. Man mag bei Computermathematik als Erstes an numerische Methoden denken, mit denen zum Beispiel Lösungen von Differentialgleichungen näherungsweise bestimmt werden können. Aber auch symbolische Methoden werden immer stärker als unentbehrliche Hilfsmittel für die mathematische Arbeit anerkannt. Fragestellungen wie das Beweisen von Identitäten für spezielle Funktionen oder das Finden von geschlossenen Darstellungen für Summen, Integrale oder Potenzreihen lassen sich vollständig und formal korrekt von Computerprogrammen erledigen.

Die Verfahren, die dabei zum Einsatz kommen, sind allerdings sehr rechenintensiv. Es kommt deshalb nicht selten vor, dass man für Probleme, die im Prinzip mit einem Computerverfahren gelöst werden könnten, in der Praxis keine Lösung findet, weil schlicht die Zahl der nötigen Rechenoperationen so astronomisch hoch ist, dass selbst ein moderner Computer sie nicht in vernünftiger Zeit bewältigen kann. So drängt sich die Frage auf, ob sich alternative Computerverfahren finden ließen, die die gleichen Probleme mit weniger Rechenoperationen lösen können. Dieser Frage soll im Rahmen des Projekts nachgegangen werden.

Manuel Kauers und KollegInnen werden sich dabei auf Algorithmen für spezielle Funktionen konzentrieren. Solche Algorithmen haben schon in der Vergangenheit zu spektakulären Resultaten geführt, indem mit ihrer Hilfe zum Beispiel wichtige offene Vermutungen bewiesen werden konnten.

**THORSTEN SCHUMM**

Kernphysik mit einem Laser:  
 $^{229}\text{Thorium}$ ,  
 Atominstitut,  
 Technische Universität Wien



Atome bestehen aus einem Atomkern und einer Elektronenhülle, beide werden durch ähnliche Prozesse gebildet und in der Physik durch ähnliche Formeln und Modelle beschrieben. Bemerkenswerterweise unterscheiden sich jedoch die Energien, die benötigt werden, um Änderungen in der Hülle oder im Kern zu bewirken, um viele Größenordnungen. Dementsprechend werden gänzlich verschiedene Methoden und Werkzeuge zu ihrer jeweiligen Untersuchung eingesetzt: Die Atomphysik beschäftigt sich mit Prozessen in der Elektronenhülle und verwendet heutzutage hauptsächlich Laser. Kernphysiker untersuchen den Atomkern und arbeiten mit großen Teilchenbeschleunigern.

Das Radioisotop  $^{229}\text{Thorium}$  ist das einzige Atom, welches eine Brücke zwischen den bisher getrennten Welten der Atom- und Kernphysik schlagen könnte.

Unsere „Sekunde“ ist derzeit definiert als 9.192.631.770 Schwingungen einer Lichtwelle, die zu einer spezifischen Anregung der Elektronenhülle des Cäsium-Atoms führt. Anregungen der Elektronenhülle sind jedoch sehr empfindlich auf magnetische und elektrische Felder, sodass die Atome in so genannten „Atomuhren“ aufwändig abgeschirmt werden müssen.

Würde man stattdessen den optischen  $^{229}\text{Thorium}$ -Kernübergang verwenden, so könnte man die Genauigkeit unseres Zeitstandards um viele Größenordnungen erhöhen. Gleichzeitig vereinfacht sich der apparative Aufwand erheblich, weder Abschirmung noch ballistische Messungen sind notwendig. Die Demonstration einer derartigen „nuklearen Atomuhr“ ist Ziel des Projekts und ermöglicht es, eine der grundlegendsten Fragen der Physik zu untersuchen: Sind die Konstanten der Natur wirklich konstant?

**DAVID TEIS**

ESCRT-Service für Rezeptoren  
 an der Zelloberfläche,  
 Biocenter,  
 Medizinische Universität Innsbruck



Adaption ist ein zentrales Konzept der Biologie. Zellen nehmen ihre natürliche Umgebung mit Hilfe einer Vielzahl unterschiedlicher Rezeptoren an ihrer Oberfläche wahr. Der spezifische Abbau dieser Oberflächen-Rezeptoren bestimmt daher die Fähigkeit von Zellen, sich ihrer Umgebung anzupassen. Ein wichtiger Schritt dieses Abbau-Vorgangs findet an Membran-Vesikeln in der Zelle (Endosomen) statt. Hier werden Rezeptoren, die abgebaut werden müssen, von den ESCRT-Protein-Komplexen (endosomal complexes required for transport) erkannt und zum eigentlichen Ort des Abbaus (Lysosom) transportiert. Dieser essenzielle, ESCRT-abhängige Abbau ist notwendig, um das Repertoire von Rezeptoren an der Zelloberfläche zu regulieren. Daher sind die ESCRT-Komplexe von enormer Bedeutung für verschiedene entwicklungsbiologische Prozesse. Die einzelnen Protein-Komponenten der ESCRT-Komplexe sind bekannt, interessanterweise jedoch nicht die Mechanismen, die ESCRT-Aktivität regulieren, sowie die Auswirkungen ihres Versagens.

Daher ergeben sich zwei wichtige Fragestellungen: (1) Wie ist die Aktivität der ESCRT-Komplexe reguliert? (2) Welche Auswirkungen hat der Verlust von ESCRTs?

Aufgrund der universellen Funktion der ESCRT-Komplexe ist die einfache Bäckerhefe das am besten geeignete Modellsystem, um diese Fragen zu untersuchen. Ziel von David Teis und seiner Gruppe ist es, die molekularen Mechanismen aufzuklären, die die ESCRT-Aktivität steuern und so letztendlich den Abbau von Oberflächen-Rezeptoren kontrollieren. Das Verständnis dieser Kontrollmechanismen könnte wichtige Erkenntnisse für den Abbau von Oberflächenrezeptoren (sowie allen Membran-Proteinen) und zu mit einer Fehlfunktion von ESCRT assoziierten Krankheiten, wie Krebs, Neurodegeneration und AIDS, liefern.