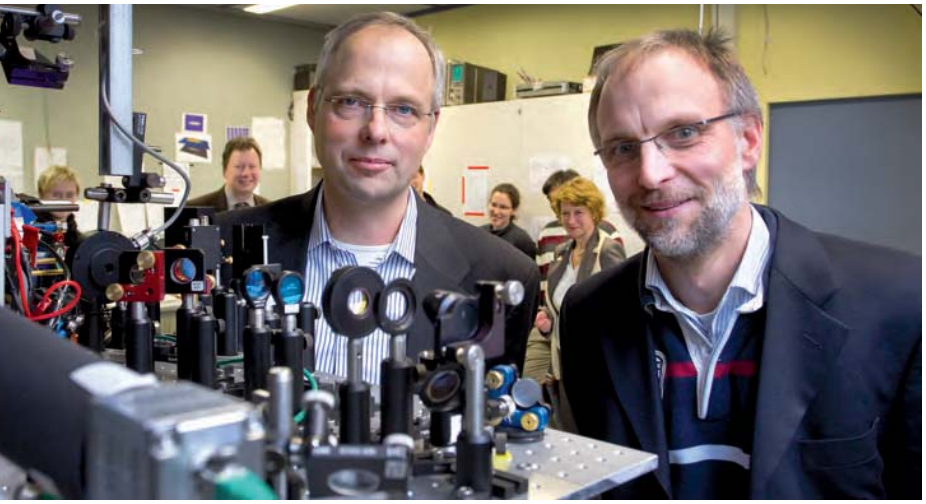
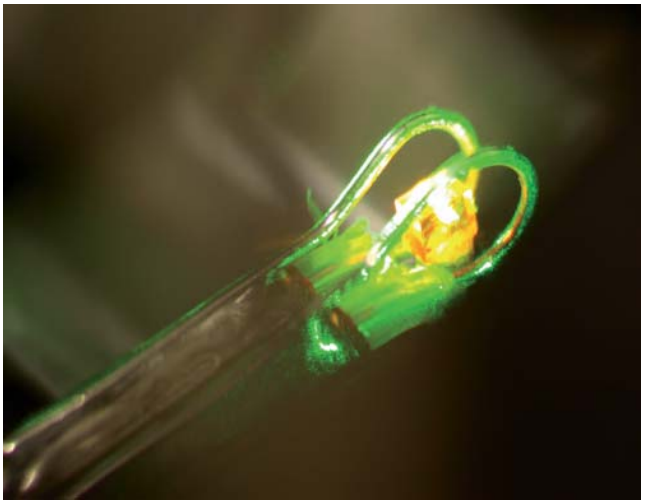




Für ihre vielversprechenden Ansätze zur Entwicklung ultraschneller Quantencomputer wurden die Professoren Jörg Wrachtrup (links) und Tilman Pfau mit sehr hoch dotierten Forschungspreisen ausgezeichnet. Die für die Experimente erforderlichen Apparaturen haben sie mit ihren Teams in mühevoller Kleinarbeit selbst zusammengebaut. Das rechte Bild zeigt rot fluoreszierende Fehlstellenzentren in einem Diamant nach der Anregung mit grünem Laserlicht. (Fotos: Eppler, 4. Physikalisches Institut)

ZWEI ERC-ADVANCED INVESTIGATOR GRANTS FÜR STUTTGARTER PHYSIKER

# Hohe Auszeichnung für Quantenforscher

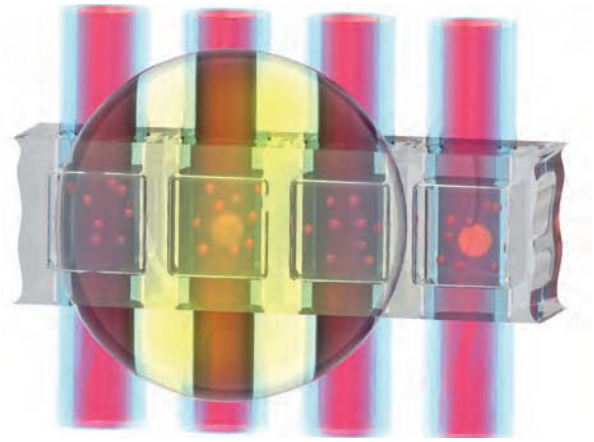
**Gleich zwei Stuttgarter Physiker förderte der Europäischen Forschungsrat (ERC) 2010 mit Zuschüssen in Höhe von je 2,4 Millionen Euro aus dem Förderprogramm „Advanced Grants“. Die ERC-Grants zählen zu den renommiertesten Forschungspreisen weltweit. Die Professoren Tilman Pfau und Jörg Wrachtrup, Leiter des 5. beziehungsweise 3. Physikalischen Instituts der Universität Stuttgart entwickeln vielversprechende Ansätze, um zukünftig Quantencomputer mit hoher Rechenkapazität und sicherer Datenübertragung zu bauen. Mit dem Fördergeld können die beiden in den nächsten fünf Jahren ihre Grundlagenforschung auf diesem Gebiet weiter vorantreiben.**

„Dass mit Pfau und Wrachtrup gleich zwei Physiker der Uni mit Advanced Grants gewürdigt werden, freut uns ganz besonders und zeigt einmal mehr die außerordentlich hohe Qualität der Physikforschung an der Uni“, so Uni-Rektor Prof. Wolfram Ressel. Tilman Pfau folgte im Jahr 2000 dem Ruf an die Uni Stuttgart nach einem Gastaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology in der Gruppe des späteren Nobelpreisträgers Prof. Wolfgang Ketterle. Pfaus Ansatz für zukünftige Quantencomputer in dem von dem ERC bezuschussten Projekt „Long-range interacting quantum systems and devices“ basiert auf atomaren Gasen. Bei klassischen Computern ist die kleinste Informationseinheit ein Bit und nimmt den Wert 1 oder 0 ein.

Die grundlegende Kapazitätsgrenze für die Datenverarbeitung ist erreicht, wenn als Informationsträger die kleinste Einheit in der Natur, also ein einzelnes Quantum wie zum Beispiel ein einzelnes Lichtteilchen benutzt wird. Solche Quanteninformationsträger erlauben auch Überlagerungszustände aus 0 und 1. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten für die sichere Datenübertragung sowie für die Quanteninformationsverarbeitung durch logische Operationen. Pfau und sein Team verwandeln Lichtteilchen in Anregungen in atomaren Gasen. Die hoch angeregten Zustände können einander stark beeinflussen, bevor sie die Anregung wieder in Licht verwandeln. Die Kunst dabei ist es, diesen Prozess in möglichst reiner Form ablaufen zu lassen. Diese Zustandsänderung ist wichtig für die Datenverarbeitung. Die Physiker um Pfau verwenden für ihre Untersuchungen ultrakalte Atomwolken aber auch mikroskopische Dampfzellen, wofür schon Raumtemperatur ausreicht.

**Defekte Diamanten**

Jörg Wrachtrup setzt in dem vom ERC gewürdigten Projekt „Spin Quantum Technologies“ auf gezieltes Einbringen einzelner Stickstoffatome in Diamant, die einen Defekt erzeugen und den Diamant einfärben. Wenn Wrachtrup und sein Team die Elektronenspins der Diamantdefekte nutzen, können sie Quantenzustände präparieren, die für die Informationsverarbeitung und –übertragung notwendig sind. Das



Mit Rubidium-Atomen gefüllte Glaszellen im Rydberg-Zustand. Aufgrund eines Blockade-Mechanismus, der durch die starke Wechselwirkung zwischen den Rydberg-Zuständen zustande kommt, können quantenmechanisch verschränkte Zustände erzeugt werden. Diese sind der Grundbaustein für Anwendungen in der Quanteninformation und Quantenkommunikation. (Abbildung: 5. Physikalisches Institut)

Diamantgitter schirmt die Elektronenspins dabei so gut vor Umwelteinflüssen ab, dass es auch Wrachtrup gelingt, die Experimente unter Umgebungsbedingungen durchzuführen. Zukünftig möchte der 50-jährige Physiker die Stickstoffatome mit nahezu atomarer Präzision im Diamanten platzieren können. Dadurch ließen sich möglichst große Anordnungen von miteinander wechselwirkenden Stickstoffatomen im Diamant herstellen, die notwendig sind, um für spätere Anwendungen komplexe Quantenzustände zu erzeugen. Da die Elektronenspins äußerst empfindlich auf Magnetfelder reagieren, könnten Wrachtrups Diamanten auch in der Medizin zur Bildgebung bei der Magnetresonanztomografie eingesetzt werden. Biologen könnten mit den fein zermahlenen Diamanten Zellen einfärben und beobachten. Oder aber sie könnten Geologen anzeigen, wie porös das Gestein ist, in dem eine Ölbohrung durchgeführt werden soll.

Von den 266 Advanced Grants, die der ERC im vergangenen Jahr bereits zum dritten Mal vergeben hat, gingen insgesamt 45 an exzellente deutsche Forscher auf den Gebieten der Physik- und Ingenieurwissenschaften, der Lebenswissenschaften und der Sozial- und Geisteswissenschaften. Der ERC war 2007 als Teil des 7. Forschungsrahmen-Programms von der EU gegründet worden und vergibt jedes Jahr neben dem Advanced Grant für Forschungsleiter mit mindestens zehnjähriger Forschungserfahrung auch Starting Grants als Starthilfe für Forscher, die beabsichtigen, eine eigene Forschungsgruppe zu gründen. *uk*

**KONTAKT**

Prof. Tilman Pfau
5. Physikalisches Institut
Tel. 0711/685-64820
e-mail: t.pfau@physik.uni-stuttgart.de

Prof. Jörg Wrachtrup
3. Physikalisches Institut
Tel. 0711/685-65278
e-mail: wrachtrup@physik.uni-stuttgart.de

**KURZ BERICHTET**

## Neue DFG-Forschergruppe Quanten-Diamanten

Die Quantenphysik wandelt sich dank eines immer umfassenderen Verständnisses und gut beherrschbarer Experimente zunehmend zum Forschungsfeld Quantentechnologie. Physikerinnen und Physiker können mittlerweile Materie maßschneidern und die Quantendynamik beeinflussen, was vielfältige Anwendungsmöglichkeiten beispielsweise in der Informationsverarbeitung oder der Sensorik eröffnet. Vor diesem Hintergrund hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft im April an der Uni Stuttgart die neue Forschergruppe „Diamond Materials and Quantum Application“ (Sprecher: Prof. Jörg Wachtrup, 3. Physikalisches Institut) bewilligt. Die Gruppe widmet sich mit Diamant einem sehr vielversprechenden Quantenmaterial und nutzt die technologischen Grundlagen dazu, besser kontrollierte und immer komplexere Diamant-Strukturen herzustellen. Hierzu bringt sie Experten zu Materialwachstum, Strukturierung und Defekterzeugung, aber auch Quantenoptik und Spintronik zusammen. Sie fokussiert vor allem auf die Anwendung von „Quanten-Diamanten“ in den Bereichen Quantenphotonik und Spintronik. Die Ergebnisse der Forschergruppe könnten in der Zukunft aber auch unter anderem in der Medizin Anwendung finden. *uk*

**EXZELLENZINITIATIVE II: VOLLANTRAG FÜR ZUSÄTZLICHE GRADUIERTENSCHULE**

# Mehr erwartet, aber nicht entmutigt

**Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Wissenschaftsrat haben in ihrer Entscheidung zur zweiten Phase der Exzellenzinitiative am 2. März eine Graduiertenschule der Uni Stuttgart zum Vollantrag zugelassen. Für das Projekt mit dem Titel „Advanced Condensed Matter Science“ (Moderne Festkörperwissenschaften) wird die Universität bis zum 1. September 2011 einen Vollantrag ausarbeiten. Das Zukunftskonzept mit dem Titel „Kooperativer Forschungscampus Stuttgart – Wissenschaft für den Menschen“ wurde unter 22 Mitbewerbern alleine in dieser Förderlinie zwar nicht zum Vollantrag zugelassen. Die Universität hat jedoch sehr positive Rückmeldungen zu den Inhalten des Konzepts erhalten und wird es deshalb in Teilen trotzdem umsetzen.**

„Wir haben uns zwar mehr erhofft, doch angesichts der riesigen Konkurrenz von insgesamt 227 Neubewerbungen sind wir dennoch zufrieden, dass wir mit einem Projekt punkten konnten“, so Uni-Rektor Prof. Wolfram Ressel. „Jetzt werden wir mit großem Engagement die Ausarbeitung des Vollantrags angehen und setzen außerdem auf den Erfolg der Fortsetzungsanträge für die bereits laufenden Exzellenzprojekte, den Exzellenzcluster Simulation Technology (SimTech) sowie die Graduiertenschule Advanced Manufacturing Engineering (GSaME). Wenn bei der endgültigen Entscheidung im Juni 2012 alle drei Anträge durchkommen, werden künftig rund 45 Professuren an der Universität Stuttgart in Exzellenzprojekten arbeiten, damit liegen wir im nationalen wie auch im internationalen Vergleich sehr gut.“

**Graduiertenschule Moderne Festkörperwissenschaften**
Die Graduiertenschule ACMS (Advanced Condensed Matter Science, Sprecher Prof. Harald Gießen) befasst sich mit modernen Materialwissenschaften und ist an der Schnittstelle von Physik, Chemie und Biologie angesiedelt. Beispiele für hochaktuelle Forschungsthemen sind Metamaterialien für optische Tarnkappen, unkonventionelle Supraleiter, Quantencomputer und neuartige, bioinspirierte Nanomaterialien.