

## ■ Wundermaterial in zwei Dimensionen

Die Pionierarbeiten zu Graphen wurden mit dem Physik-Nobelpreis 2010 ausgezeichnet.

+) siehe auch *B. Trauzettel*, Von Graphit zu Graphen, *Physik Journal*, Juli 2007, S. 39 sowie *Th. Seyller*, Epitaktisches Graphen, August/September 2010, S. 53

Den Physik-Nobelpreis 2010 erhalten zu gleichen Teilen Andre Geim und Konstantin Novoselov „für grundlegende Experimente zum zweidimensionalen Material Graphen.“<sup>+) An der University of Manchester gelang den gebürtigen Russen als Ersten, aus Graphit – wie es jeder vom Bleistift kennt – eine monoatomare Lage zu extrahieren und deren Eigenschaften experimentell zu überprüfen.</sup>

Graphit besteht aus gestapeltem Graphen – zweidimensionalen Schichten, in denen die Kohlenstoffatome sechseckig angeordnet sind, vergleichbar einem Hasendrahtgitter. Allerdings beträgt der Atomabstand nur 0,142 Nanometer. Auch wenn sich die einzelnen Graphitschichten leicht gegeneinander verschieben und ablösen lassen – wie beim Schreiben mit einem Bleistift –, besteht die Schwierigkeit darin, eine einzige Lage zu isolieren. Andre K. Geim und seinem langjährigen Mitarbeiter und ehemaligen Doktoranden Konstantin „Kostya“ S. Novoselov gelang dies, indem sie mit einem Stück Tesafilm die Schichten so lange wiederholt trennten, bis eine einzige Monolage übrig blieb. Um zu überprüfen, ob die Methode erfolgreich war, und die Schicht weiter untersuchen zu können, brachten sie das Graphen auf ein Substrat aus Siliziumdioxid



Andre Geim (links) wurde 1958 als Sohn deutscher Eltern in Sotschi am Schwarzen Meer geboren. Seit 2001 ist er Professor an der University of Manchester. Zu-

auf, dem Standardmaterial der Halbleiterindustrie.

Die Eigenschaften von Graphen wurden teilweise schon vor mehr als fünfzig Jahren vorhergesagt. Viele Wissenschaftler hatten aber die Ansicht vertreten, es sei unmöglich, einzelne Schichten zu isolieren. Sie würden sich entweder zu Kohlenstoff-Nanoröhrchen zusammenschließen, sich als Fullerene „kugeln“, verkrumpeln oder völlig auseinanderreißen. Geim, Novoselov und ihre Kollegen in Manchester bewiesen das Gegenteil. Zwar erhielten sie in ihren frühen Versu-



Wikipedia/University of Manchester

vor war der niederländische Staatsbürger Professor in Nimwegen, wo der zweite Preisträger, der heute 36-jährige Konstantin Novoselov, 2004 promovierte.

chen nur mikroskopische Flocken, mittlerweile lassen sich mit anderen Methoden jedoch 70 Zentimeter lange Blätter herstellen.

Graphen ist ein bemerkenswertes Material: Seine elektrischen Eigenschaften schließen beispielsweise einen ungewöhnlichen Quanten-Hall-Effekt ein. Dabei ist seine Wärme- und Stromleitfähigkeit sehr hoch, es ist stabiler als Stahl, dabei jedoch dehn- und biegsam. Darüber hinaus ist es weitgehend transparent für sichtbares Licht. Künftige Anwendungen liegen – neben neuen Materialien für die Luft- und Raumfahrt – auch in der Mikroelektronik, bei Sonnenschutzbeschichtungen und Solarzellen, wo es das empfindlichere und teurere Indiumzinnoxid ablösen könnte. Aber auch hinsichtlich der Grundlagenforschung ist Graphen ein außergewöhnliches Material, da es bei Zimmertemperatur zahlreiche Versuche zu quantenmechanischen Phänomenen ermöglicht und eine Bandstruktur aufweist, die der Energie-Impuls-Relation masseloser relativistischer Teilchen entspricht.

Andre Geim studierte in Moskau Physik und promovierte 1987 am Institut für Festkörperphysik im nahen Tschernogolowka, wo er

### KURZGEFASST

#### ■ Kooperation mit Kanada

Die Max-Planck-Gesellschaft und die University of British Columbia in Vancouver haben ein gemeinsames „Max Planck Center for Quantum Materials“ gegründet, das 2011 seine Arbeit aufnehmen wird. In diesem Rahmen wollen Wissenschaftler die Quanteneigenschaften komplexer Materialien erforschen.

#### ■ Protonen gegen Krebs

In Dresden fiel der Startschuss für das Center for Radiation Research in Oncology, in dem Wissenschaftler und Ärzte den Einsatz von Protonen für die Krebstherapie weiterentwickeln wollen. An dem neuen Zentrum sind u. a. das Forschungscluster OncoRay, das

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf und das Heidelberger Institut für Radioonkologie beteiligt. Es wird von Bund und Land mit je 30 Millionen Euro finanziert. Das Uniklinikum Dresden stellt 25 Millionen Euro für den Protonenbeschleuniger zur Verfügung.

#### ■ Blick durchs Wasserfenster

Der Hamburger Freie-Elektronen-Laser FLASH hat bei einer Elektronenenergie von 1,25 GeV eine Wellenlänge von 4,12 nm erreicht. Damit hat FLASH zum ersten Mal in seiner Grundwellenlänge Laserlicht im „Wasserfenster“ erzeugt, einem Wellenlängenbereich zwischen 2,3 und 4,4 nm. So wird es möglich, Proben in wässriger Lösung zu untersuchen.

anschließend drei Jahre tätig war. Nach Forschungsaufenthalten in England und Dänemark wurde er 1994 Associate Professor an der Universität Nimwegen und erwarb die niederländische Staatsbürgerschaft. Mit seinem Kollegen Michael Berry von der University of Bristol erhielt er 2000 den Ig-Nobelpreis für Experimente, bei

denen die beiden Physiker einen Frosch mit einem starken Magnetfeld zum Schweben brachten. Im Jahr 2001 wechselte Geim auf eine Professur an die University of Manchester, wohin ihm Kostya Novoselov nachfolgte. Dieser war 1999 von Tschernogolowka nach Nimwegen gekommen, wo er promovierte. Mittlerweile hat er neben der rus-

sischen auch die britische Staatsangehörigkeit. Das Wirken von Geim und Novoselov wurde bereits 2008 mit dem Europhysics Prize und 2009 mit dem Körber-Preis für die europäische Wissenschaft ausgezeichnet.

Oliver Dreissigacker

## ■ Blitz und Donner

Unter dem Motto „Gigawatt“ fanden vom 9. bis 14. Oktober in Augsburg die Highlights der Physik statt.

Ob wir einen Wasserkasten tragen, das Licht anschalten oder zur Arbeit fahren, Energie ist immer mit im Spiel. Wo sie überall drinsteckt und welche Formen es gibt, konnten die Besucher bei den diesjährigen Highlights der Physik hautnah erleben, denn im Rahmen des Wissenschaftsjahrs der Energie standen auch die Highlights ganz im Zeichen dieses Themas. Unter dem Motto „Gigawatt“ veranstaltete die DPG bereits zum zehnten Mal die Wissenschaftsshow, gemeinsam mit dem BMBF und der Universität Augsburg. Die wissenschaftliche Leitung lag wieder in den bewährten Händen von Eberhard Wassermann und Axel Carl. „Die Highlights der Physik wollen Neugier wecken, vor allem Neugier auf die physikalischen Hintergründe der Energie“, sagte Wolfgang Sandner, der Präsident der DPG. Und das Konzept ging auf, denn binnen zwei Stunden waren sämtliche Eintrittskarten für die bisher größte Auftaktshow



in der Augsburger Messehalle vergriffen.

Los ging es mit der Tanzgruppe Cosmic Artists, die mit ihren spektakulären Akrobatiknummern die Schwerkraft zeitweise außer Kraft zu setzen schienen. Mit dabei war auch zum wiederholten Mal der Zauberer Enzo Paolo. Wie in den vergangenen Jahren führte TV-Moderator Ranga Yogeshwar gekonnt durch das Programm, unterstützt von der Physikdotorandin Angela Halfar, die zusammen mit dem Heidelberger Professor Christian Enss als Duo „Stella Nova“ bekannt ist.

Welche Größenordnungen an Energie im Alltag eine Rolle spielen,

demonstrierte Ranga Yogeshwar lautstark mithilfe eines Wasserkastens, den er aus mehreren Metern Höhe fallen ließ.

So eindrucksvoll das Zerbersten der Flaschen auch in Szene gesetzt war, mussten die Zuschauer erfahren, dass in zehn Gramm Schokolade rund 200-Mal mehr Energie steckt als in dem fallenden Kasten – eine bittere Pille für alle Schokoladenliebhaber.

Bei Fragen zum Energieverbrauch von Autofahrern und Fußgängern oder von Computern, Kühlschränken und Häusern konnte das Publikum sein Wissen testen und mit bunten Leuchtstäbchen über die richtigen Antworten abstimmen. „Man muss ein Gefühl



Fotos: K. Satzinger-Viel

