

Der Nobelpreis und die Kohle – Physiknobelpreis 2010

Claudia Haagen-Schützenhöfer

Auch die diesjährige Nobelpreisvergabe in der Kategorie Physik hielt wieder eine Überraschung bereit. Schon 2009 wurde der üblicherweise für Grundlagenforschungen verliehene Nobelpreis an C. Kao (Fortschritt in der Glasleitertechnik) sowie an W. Boyle und G. Smith (Erfindung des CCD) für deren Erfindungen mit Alltagsbezug vergeben. Ein weiteres Novum folgte für die Auswahl der Nobelpreisträger 2010: Diesmal fiel die Wahl auf verhältnismäßig junge, noch aktive Wissenschaftler und deren junge Entdeckung „Graphen“.



Abb. 1: Andre K. Geim und Konstantin S. Novoselov (Wikipedia 2010a)

Andre S. Geim wurde zusammen mit seinem Mitarbeiter Konstantin Novoselov mit dem Physiknobelpreis 2010 für "groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material graphene" ausgezeichnet.

Geim wurde 1958 in Sochi, Russland, als Sohn eines Deutsch-Russischen Ingenieurehepaars geboren. 1987 promovierte er am Institute of Solid State Physics an der Russian Academy of Sciences in Chernogolovka (Russland). Nach seiner Promotion war er am Institute for Microelectronics Technology (IMT) der Russian Academy of Science (RAS) tätig. Ab 1990 sammelte Andre Geim schließlich internationale Erfahrungen als Post-Doktorand an den Universitäten von Nottingham, Bath und Kopenhagen. 1994 wurde er als assoziierter Professor an die Radboud University in Nijmegen (Niederlande) gerufen. Als Doktorand begegnete ihm damals Konstantin Novoselov, der in weiterer Folge zu einem seiner wichtigsten Forschungspartner wurde. Nach seiner Berufung 2001 an die Universität von Manchester wurde Geim 2002 Direktor des Manchester Centre for Mesoscience and Nanotechnology.

Mag. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer, AECC Physik, Universität Wien,
E-Mail: Claudia.Haagen-Schuetzenhoefer@univie.ac.at

Die wissenschaftliche Karriere von Andre Geim zeichnet sich durch Vielfältigkeit und Flexibilität, aber auch durch exotische Entdeckungen, aus. So war er an der Entwicklung des sogenannten „gecko tapes“ beteiligt, eines biomimetischen Haftmittels, das auf demselben Mechanismus beruht, der Geckos das Klettern auf glatten Oberflächen erlaubt. Geims Auseinandersetzung mit dem Bereich der diamagnetischen Levitation sorgte durch sein berühmtes Experiment mit dem schwebenden Frosch für Aufsehen, wofür Geim mit Michael Berry 2000 auch den Ig („ignoble“) Nobelpreis¹⁾ erhielt. Bei dieser beeindruckenden und für Wissenschaftler ob der Vielfältigkeit der Spezialgebiete ungewöhnlichen Karriere verwundert wohl auch kaum Geims Reaktion auf die Nachricht seiner Nobelpreisauszeichnung: „I'm fine, I slept well. I didn't expect the Nobel Prize this year“ (Wikipedia 2010a).

Konstantin S. Novoselov wurde 1974 in Nizhny Tagil, Russland, geboren. 1997 schloss er sein Studium am Moskauer Institut für Physik und Technologie cum laude ab. Bevor er von 1999-2001 an die Radboud University in Nijmegen (Niederlande) wechselte, an der er 2004 bei seinem Doktorvater Andre Geim promovierte, war er am Institut für mikroelektronische Technologie in Tschernogolowka tätig. Zeitgleich mit Andre Geims Berufung zum Professor wechselte auch Konstantin Novoselov als Wissenschaftler 2001 an die Universität von Manchester (Wikipedia 2010a).

Kohlenstoff – das Chamäleon unter den Elementen

Kohlenstoff, das Basiselement allen Lebens, ist wieder für eine Überraschung gut und steht im Mittelpunkt des Physiknobelpreises 2010. Seit der Entdeckung des Graphits im 16. Jahrhundert – das fälschlicherweise für Bleierz gehalten wurde – hat Kohlenstoff in seinen unterschiedlichen Modifikationen einen Siegeszug als Hochtechnologiewerkstoff angetreten. Die Auszeichnung von Andre K. Geim und Konstantin S. Novoselov für die Extraktion und Erforschung der Kohlenstoffmodifikation Graphen stellt einen neuen Glanzpunkt in dieser Entwicklung dar.

¹⁾ Der Ig-Nobelpreis (englisch-/französischsprachiges Wortspiel: ignoble – unwürdig, schmachvoll, schändlich), gelegentlich als Anti-Nobelpreis bezeichnet, ist eine satirische Auszeichnung, die von der Harvard-Universität in Cambridge (USA) für unnütze, unwichtige oder skurrile wissenschaftliche Arbeiten verliehen wird. (Wikipedia, 2010b)

Graphen ist ein 6-eckiges, ebenes Gitter, das eine Dicke von nur einer Atomlage von Kohlenstoffatomen hat (Abb. 2). Der neue Wunderwerkstoff Graphen kann als Basisbaustein einer Reihe von Kohlenstoffmodifikationen betrachtet werden (Abb. 3). Graphit selbst etwa ist eine Übereinanderschichtung von Graphenschichten, zwischen denen schwache Van der Waalskräfte wirken. Neigt Graphit durch seinen Schichtenaufbau zum Abblättern, so gilt die durch hohen Druck entstandene Kohlenstoffmodifikation des Diamanten als eines der härtesten Materialien.

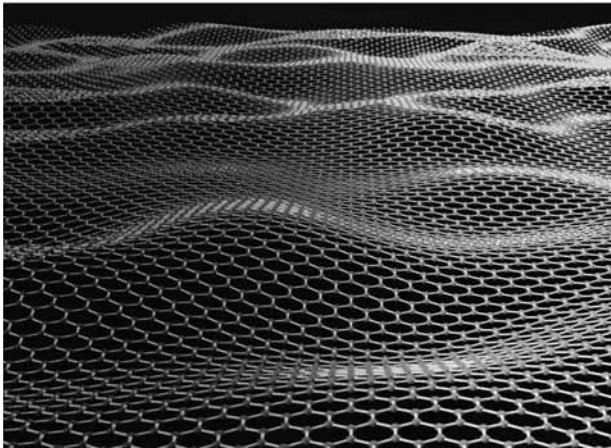


Abb. 2: Das wabenförmige Graphengitter (Meyer 2009)

Fullerene sind eine relativ neu entdeckte Form molekularen Kohlenstoffs. Die bekannteste Modifikation, das Buckminsterfulleren oder auch „Buckyball“ genannt, hat eine fußballähnliche Form und besteht aus fünf- und sechsgliedrigen Kohlenstoffverbindungen. Eine weitere Modifikationsform sind sogenannte Nanotubes, die aus aufgerollten Graphenplättchen bestehen.

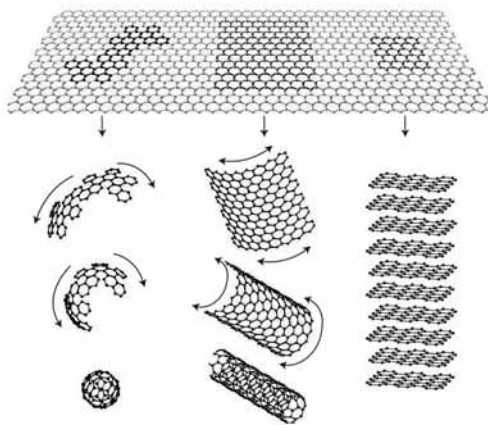


Abb. 3: Buckminsterfullerenen, Nanotubes und Graphit sind aus Graphenplättchen aufgebaut. (The Royal Swedish Academy of Sciences 2010, 2)

Was ist Graphen?

Graphen ist das dünnste sowie gleichzeitig stärkste und dichteste Material, das je entdeckt wurde. Auch als Wärmeleiter und elektrischer Leiter überflügelt Graphen herkömmliche Materialien. (The Royal Swedish Academy of Sciences; Wilson 2006)

Bei Raumtemperatur ist Graphen überraschend stabil, chemisch inert und kristallin. Für die Festigkeit und Steifheit von Graphen ist das honigwabeförmige Gitter verantwortlich, in dem jedes Kohlenstoffatom mit drei Nachbaratomen eine starke kovalente Bindung eingeht. Das vierte, ungebundene Valenzelektron jedes Kohlenstoffatoms ist im zweidimensionalen Kristall frei beweglich.

Graphen lässt sich als Halbleiter kategorisieren. Es kann große Stromdichten (ca. 10^8 A/cm^2) – etwa zwei Größenordnungen größer als Kupfer – leiten. Es ist transparent und absorbiert nur rund 2,3% des auffallenden Lichtes. Die Lichtdurchlässigkeit kann jedoch durch angelegte Spannung variiert werden. Graphen zeichnet sich gegenüber anderen Halbleitermaterialien vor allem dadurch aus, dass es über eine relativ hohe Defektfreiheit und große mittlere freie Elektronenweglängen verfügt. Dies ist ein Punkt, der für die Mikroelektronikindustrie von großem Interesse ist, da Graphen im Gegensatz zu anderen Halbleitermaterialien ohne langwierige und kostspielige werkstofftechnische Aufbereitungsverfahren eine große Leitfähigkeit aufweist. (Wilson 2006)

Graphen, der neue Werkstoff der Superlative, beschäftigt die Wissenschaft schon seit einigen Dekaden. Bereits 1947 stellte P. R. Wallace theoretische Überlegungen zu Graphen an und sagte die Linearität der Dispersionsfunktion²⁾ voraus, die Ausgangspunkt für die unglaublichen Eigenschaften dieses Materials ist. 1956 stellte J. W. McClure die Wellenfunktion für Anregung auf, und 1984 diskutierte G. W. Semenoff deren Ähnlichkeit mit der Dirac-Gleichung. Theoretisch setzten sich Wissenschaftler also schon seit geraumer Zeit mit diesem Wundermaterial auseinander, die Herausforderung der Forschung bestand jedoch in der Gewinnung genügend großer einlagiger Kohlenstoffschichten (Graphen), um dessen zweidimensionale Struktur und deren einzigartigen Eigenschaften auch nachweisen zu können. (Wilson 2006, 21).

Graphen – die Entdeckung

Theoretisch waren die wundersamen Eigenschaften von Graphen lange bekannt. Die Isolierung von stabilen Graphenplättchen gelang jedoch nicht und wurde lange Zeit hindurch auch als unmöglich erachtet. Viele Wissenschaftler/innen zweifelten die Stabilität des Materials bei Raumtemperatur an und vermuteten, dass derart dünne Materialschichten durch ihre thermodynamische Instabilität knittern oder sich aufrollen. (Thomas Reuters 2009).

Andre K. Geim und Konstantin S. Novoselov gelang schließlich 2004 - für die Fachwelt überraschend - nicht nur die Herstellung von Graphenplättchen, sondern auch deren Abscheidung und Identifizierung. Wesentlich trugen die beiden Nobelpreisträger auch zur Erforschung und Charakterisierung von Graphen bei.

Ihre Methode ist einfach und kostengünstig. Durch wieder-

²⁾ Die Dispersionsrelation gibt in der Festkörperphysik den Zusammenhang zwischen Wellenzahl und Energie eines Teilchens an.

holtes Ablösen (Exfoliation) von Graphitschichten mit Hilfe von Scotch Klebeband, konnten sie Kohlenstoffschuppen erzeugen, die aus einigen oder auch aus nur einer Graphenschicht bestanden. Trickreich erwies sich bei den Versuchsreihen der Nobelpreisträger – wie schon bei anderen Forschergruppen davor auch – das Herausfiltern des nur einschichtigen Kohlenstoffs aus den erzeugten Kohlenstoffspänen.

Die Anwendung eines optischen Verfahrens aus der Halbleitertechnik, bei dem das zu untersuchende Material auf einen mit SO_2 beschichteten Träger aufgebracht wird, führte schließlich zur Identifizierung von Graphen. Die Kombination aus der durchsichtigen, einlagigen Kohlenstoffschicht (Graphen) und einer Siliziumdioxidschicht einer speziellen Dicke führt zu Interferenzerscheinungen, die die Unterscheidung zwischen ein- und mehrlagigen Kohlenstoffschichten zulässt. Die gewählte Schichtdicke des SO_2 -Substrats erwies sich im Nachhinein als großer Glücksgriff, der über Erfolg und Misserfolg des Verfahrens entschied (Day 2010). Eine mechanische Exfoliation dieser Art wurde bereits 1999 von einer von R. Ruoff geleiteten Forschergruppe vorgeschlagen und versucht, gelang jedoch nicht (The Royal Swedish Academy of Sciences 2010).

Mittlerweile werden zur Synthetisierung von Graphen neben Exfoliation verschiedenste andere Verfahren eingesetzt wie mikromechanische Spaltung, epitaktisches Wachstum und CVD³⁾ (chemical vapour deposition). Damit gelingt es bereits, Graphenschichten mit Abmessungen bis zu 70 cm zu erzeugen.

Graphen – die exotischen Eigenschaften dieser Kohlenstoffform

Andre Geim und Konstantin Novoselov gelang es nicht nur erstmalig, eine einatomige Kohlenstoffschicht zu isolieren, sondern auch die außergewöhnlichen Eigenschaften zu zeigen, deren Ursache vorwiegend in der Quantenwelt begründet liegen.

Geim fasst diese außergewöhnlichen Eigenschaften von Graphen folgend zusammen: „*It's really counterintuitive and remains to be understood, [...], but the electron wavefunction appears to localize only parallel to the sheet and do not interact with the outside world, even a few angstroms away.*“ (Wilson 2006, 21)

Für die ungewöhnlich hohe elektrische Leitfähigkeit von Graphen sind zwei Ursachen ausschlaggebend: Einerseits wird die Bewegung der Leitungselektronen durch die hohe Qualität des Gitters, das so gut wie keine Defektstellen aufweist, positiv beeinflusst. Andererseits sind Leitungselektronen in Graphen wesentlich schneller unterwegs als solche in herkömmlichen Leitern oder Halbleitern. Dies ist auf ihre vergleichsweise geringere effektive Masse

³⁾ Die erhitzte Oberfläche des Basismaterials wird mit einer flüchtigen Verbindung in Reaktion gebracht. Dadurch wird eine Feststoffkomponente abgeschieden.

zurückzuführen. Um sich das außergewöhnliche Verhalten der Elektronen in Graphen klar zu machen, wird zunächst die Bewegung von Elektronen in Leitern umrissen.

Im Bändermodell der Festkörperphysik betrachtet haben alle Leiter eine ähnliche Bandstruktur: ein Valenzband, in dem die Elektronen an die Atome gebunden sind, und ein überlappendes Leitungsband, in dem die Elektronen frei beweglich sind. Durch die Wechselwirkung mit den im Gitter vorhandenen elektrostatischen Feldern wird die Bewegung der Elektronen beeinflusst. Die Elektronen werden abgebremst, sie verhalten sich so als ob sie eine höhere Masse hätten. Diesem Sachverhalt wird im Konzept der effektiven Masse Rechnung getragen. In Festkörpern wird Elektronen eine Effektivmasse m^* zugeschrieben, in der die Wechselwirkung der Elektronen mit dem Gitter, also die Auswirkungen des Festkörperpotentials, berücksichtigt wird.

In konventionellen Halbleitern werden die beiden Energiebereiche des Valenz- und Leitungsbandes von der sogenannten Bandlücke getrennt; dabei handelt es sich um nicht erlaubte Energiezustände. Für diese Werte gibt es keine erlaubten Impulszustände der Elektronen. Bei niedrigen Temperaturen befinden sich die Elektronen überwiegend im Valenzband und das jeweilige Halbleitermaterial verhält sich wie ein Isolator. Durch eine zusätzliche externe Energiezufuhr, können Elektronen angeregt werden, die Bandlücke zu überwinden und ins Leitungsband zu wechseln. So wird die Leitfähigkeit des jeweiligen Halbleitermaterials erhöht.

Für konventionelle Halbleitermaterialien hängt die Energie der Elektronen quadratisch mit dem Impuls zusammen (Dispersionsrelation: $E = |\hbar^2 k^2| / 2m^*$, mit k Wellenvektor, und $\hbar k$ als Impuls) (Wilson 2006). Die Energie (E) – Impuls ($\hbar k$) Darstellung⁴⁾ der für den Ladungstransport relevanten Bänder hat daher für konventionelle Halbleitermaterialien eine parabolische Form. (Geim & MacDonald 2007).

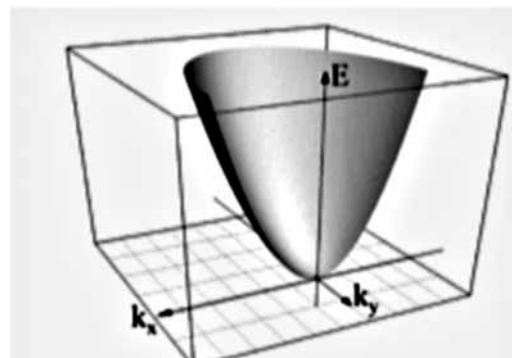


Abb. 4: Energie – Die Abbildung der Bandstruktur des Kristalls beschreibt die Abhängigkeit der Elektronenbewegung von der Energie (Dispersionsrelation). Hier ist diese Relation für ein gewöhnliches Halbleitermaterial dargestellt. (Henk 2008).

Beim zweidimensionalen Graphen reduziert sich der beim Leiter Graphit vorhandene Überlappungsbereich von Leitungs- und Valenzband auf einzelne Punkte. Eine durch-

⁴⁾ Auf den konstanten Faktor \hbar wird in der Darstellung des Impulses häufig verzichtet.

gängige Bandlücke wie bei konventionellen Halbleitermaterialien ist allerdings nicht vorhanden. In der Umgebung der Berührungspunkte von Leitungs- und Valenzband (Dirac-Punkt oder K-Punkt) wird die Dispersionsrelation linear; die Elektronenenergie hängt hier also nicht mehr quadratisch mit dem Impuls zusammen. In Abb. 5 ist ersichtlich, dass die Bandstruktur um diese Berührungspunkte die Form eines Doppelkegels annimmt.

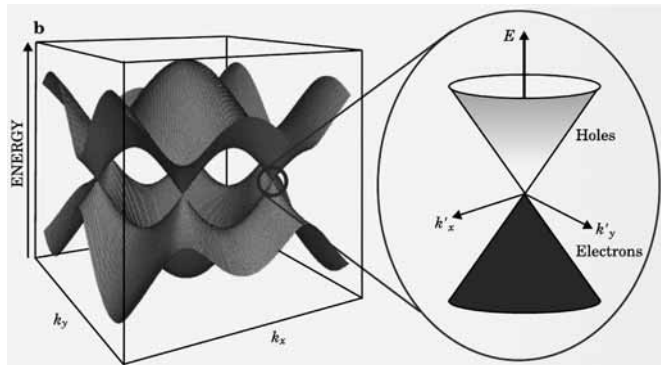


Abb. 5: Die doppelkegelförmige Bandstruktur von Graphen (Wilson 2006, 21)

Durch diese Abweichung von der parabolischen Energie-Impuls Dispersion konventioneller massiver Teilchen verschwindet für die Leitungselektronen in Graphen innerhalb eines großen Impulsbereichs die effektive Masse. (Wilson 2006). Die Elektronen sind allerdings nicht tatsächlich masselos, sondern die effektive Masse, die durch die Wechselwirkung der Elektronen mit den elektrostatischen Feldern gekennzeichnet ist, nimmt den Wert Null an. Durch diese „reduzierte“ Masse kann die Elektronenbewegung rascher vor sich gehen. Aufgrund der vergleichsweise hohen Geschwindigkeit der Ladungsträger finden statt der Gesetze der klassischen Physik diese der Relativitätstheorie Anwendung. Die Energiegleichung ($E = \hbar k v_F$ mit v_F als Fermigeschwindigkeit), die das Verhalten der Ladungsträger am besten beschreibt, ähnelt formal der relativistischen Dirac-Gleichung. An die Stelle der Lichtgeschwindigkeit tritt hier allerdings die Fermigeschwindigkeit v_F , die rund 0,3% der Lichtgeschwindigkeit beträgt.

Die besondere Dispersionsrelation von Graphen führt im Weiteren zu einer außergewöhnlichen Erscheinungsform des Quanten-Hall-Effekts. Bei zweidimensionalen Halbleitern, die im stark abgekühlten Zustand (einige Kelvin) einem großen Magnetfeld ausgesetzt werden, tritt üblicher Weise eine Hallspannung auf, die nicht linear mit dem Magnetfeld steigt, sondern quantisiert ist. Die Hall-Leitfähigkeit, die durch das Verhältnis vom Strom zur Hall-Spannung festgelegt wird, nimmt dabei Plateauwerte an, die einem ganzzahligen Vielfachen von e^2/h (Elementarladung e , Planckkonstante h) entsprechen. Die korrespondierenden Längswiderstände nehmen entlang dieser Hall-Plateaus ein Minimum an.

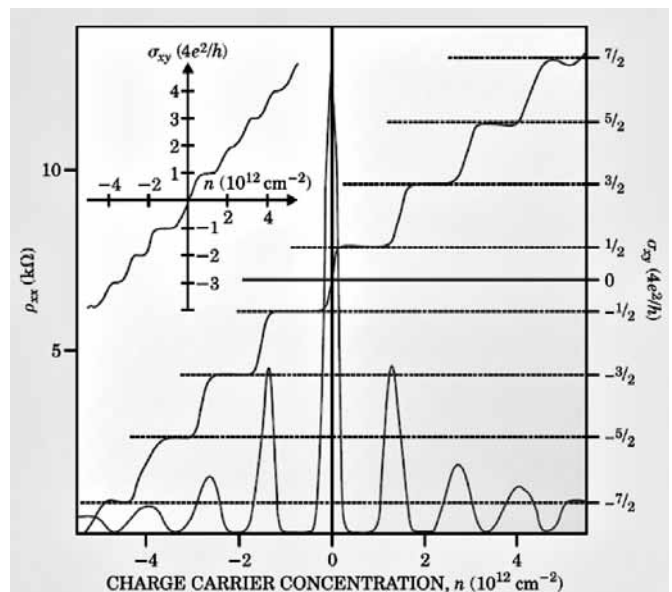


Abb. 6: Quanten Hall Effekt bei Graphen: Die Hall-Leitfähigkeit (rot) und der longitudinale spezifische Widerstand (grün) als Funktion der Ladungsträgerdichte. Der longitudinale Widerstand eines zweidimensionalen Elektronengases verschwindet in hohen Magnetfeldern bei bestimmten Vielfachen des transversalen Leitfähigkeitswertes e^2/h (Halleffekt). Der Abstand zwischen den Plateaus bei Graphen ist größer als beim normalen Halleffekt und die Stufen treten bei halbzahligen Vielfachen von e^2/h auf. Das Insert zeigt die die Hall-Leitfähigkeit für zweilagiges Graphen. Hier entsprechen die Abstände denen von einlagigem Graphen, die Sprünge treten allerdings bei ganzzahligen Vielfachen von e^2/h auf. (Wilson 2006, 22)

Dieser Effekt konnte bei Graphen sogar bei Zimmertemperatur nachgewiesen werden. Bei niedrigen Temperaturen (4 K) oder hohen Magnetfeldern (12 T) wurde bei Graphen allerdings eine Verschiebung der Plateaus um $1/2$ festgestellt, eine Quantisierung ist also bei rationalen Vielfachen von e^2/h festzustellen (fraktioneller Quanten-Hall-Effekt). (Wilson 2006, 22)

Zukünftige Entwicklungen

Außergewöhnlich sind nicht nur die Eigenschaften von Graphen selbst, sondern auch dessen Stellenwert für die Forschung. Mit der Herstellung von Graphen eröffnet sich die Möglichkeit, bisher nur theoretisch vorhergesagte Effekte der Quantenelektrodynamik (z.B. Klein Tunneling) zu überprüfen oder Teilchenphänomene abseits von Teilchenbeschleunigern zu untersuchen. Zudem wird in Graphen das Potential für eine große Bandbreite praktischer Anwendungen und Neuerungen in Materialforschung und Elektronik vermutet. (The Royal Swedish Academy of Sciences).

Ein vor einigen Jahren vorgestellter Transistor aus Graphen, der ebenso schnell wie sein Gegenstück aus Silikon ist, gilt als erster Meilenstein in einer Reihe denkbarer zukünftiger Anwendungsmöglichkeiten. Der Einsatz von Graphen im Bereich der Transistortechnik könnte die Miniaturisierung im Bereich der Elektronik revolutionieren. Ausschlaggebend dafür ist nicht nur die gute Leitfähigkeit von Graphen, sondern dass die Baugrößen von Graphentransistoren jene

von Siliciumtransistoren deutlich unterschreiten können. Dadurch könnte auch die Effizienz von Computern gesteigert werden. Graphencomputer mit hauchdünnen Computermonitoren, die einrollbar sind, sind allerdings noch Zukunftsmusik.

Für den zukünftigen Einsatz von Graphen sind eine Reihe unterschiedlichster Bereiche in Diskussion. So wäre Graphen durch seine hohe Lichtdurchlässigkeit in Kombination mit seiner Leitfähigkeit, denkbar gut für transparente Touchscreens und Solarzellen geeignet. Ein weiterer vorstellbarer Einsatzbereich, der sich durch die perfekte Struktur von Graphen eröffnet, ist der Bau von extrem sensiblen Sensoren. Graphen wird durch die mechanischen Eigenschaften „stark, fest, dünn, elastisch und leicht“ gekennzeichnet. Somit könnte es in Zukunft für den Bau von Satelliten, Flugzeugen und Autos eingesetzt werden. (The Royal Swedish Academy of Sciences).

Das Potential des nobelpreisträchtigen Wunderwerkstoffs Graphen, so wie auch die Kreativität dessen Entdecker scheinen schier unendlich zu sein. Es bleibt also abzuwarten, wer zuerst wieder in den Schlagzeilen landet, der Superstar unter den Halbleitermaterialien oder seine einfallsreichen Entdecker.

Literatur

- Day, C. (2010). Andre Geim and Konstantin Novoselov win 2010 physics Nobel for graphene. *Physics Update. Physics Today*.
- Geim, A.K. & MacDonald, A.H. (2007). Graphene: Exploring carbon flatland. *Physics Today*, 60, 35–43.
- Henk, J. (2008). Dispersionsrelation Halbleiter. Abbildung. <http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/jahrbuch/2008/mikrostrukturphysik/forschungsSchwerpunkt/Web.jpeg> (1.12.2010).
- Meyer, J. (2009). Carbon Sheets an Atom Thick Give Rise to Graphene Dreams. *Science*, 324(5929), 875–877.
- The Royal Swedish Academy of Sciences. Graphene. Popular Information.
- The Royal Swedish Academy of Sciences (2010). Graphene. The Nobel Prize in Physics 2010 - Scientific Background.
- Thomas Reuters (2009). Science Watch: Author Commentaries from special topics. Graphene. Konstantin Novoselov Interview.
- Wikipedia (2010a). Biographie von Novoselov und Geim. <http://www.google.at/#hl=de&q=biographie+von+novoselov+and+geim&aq=f&aql=&aql=&oq=&gsrfai=&fp=5a59009526b9d6b9> (22.11.2010).
- Wikipedia (2010b). Ig-Nobelpreis–Wikipedia. <http://de.wikipedia.org/wiki/Ig-Nobelpreis> (22.11.2010).
- Wilson, M. (2006). Electrons in atomically thin carbon sheets behave like massless particles. *Physics Today*, 59, 21–23.

Goldesel und das Perpetuum mobile

Helmut Kühnelt

Dass man bei der Multi-Millionen-Lotterie gewonnen habe ohne mitgespielt zu haben, wird trotz wiederholter Warnungen immer wieder von naiven Menschen geglaubt – oft mit teuren Folgen. Die Freude über den Goldesel, der ohne Anstrengung von Geldsorgen befreit, setzt die Vernunft außer Kraft und der „Glückliche“ wird ein leichtes Opfer von Betrügern. Zeitungen berichten mit leichtem Bedauern für die Opfer und ohne die sonst obligate Vermutung der Unschuld der Täter.

Schon 1775 beschloss die Académie Française, keine Patentanträge für ein Perpetuum mobile (kurz PM) anzunehmen. Die Erzeugung von Energie aus dem Nichts wurde also schon lange vor der Formulierung des Energiesatzes durch Julius Robert Mayer 1842 und Hermann Helmholtz 1847 als unmöglich angesehen. Und doch wird in „Qualitätszeitingen“ in redaktionellen Beiträgen über technisch-naturwissenschaftliche Erfindungen berichtet, die Beispiele für PM sind. So z. B. am 29.3.2011 in der Tageszeitung „Die Presse“. Anzunehmen ist, dass der Bericht eine unkritische Wiedergabe einer Pressekonferenz ist. Mir erscheint es wie ein Lehrbeispiel für die Notwendigkeit, naturwissenschaftliche Beurteilungskompetenz zu entwickeln.

„Mit Magnet ... gegen Schlafprobleme“ spricht ein Problem vieler Menschen an. Als mögliche Ursache werden instabile gestörte niederfrequente Magnetfelder, hervorgerufen von PC und Handy genannt. Die Rettung naht mit dem neu entwickelten Kunststoff AlphaPrevent: Als Active Pads, unmagnetisch und ohne Energiezufuhr – aber aktiv! – stabilisiert der „intelligente Kunststoff“ Magnetfelder. Als Wirkmechanismus wird die „Wechselwirkung mit dem Wasserstoff in der normalen Luftfeuchtigkeit [angesehen]. Hierfür wurden zwei Materialtechnologien mit einander verbunden: das Prinzip intelligenter Werkstoffe mit den Möglichkeiten der Elektronenspin-Technologie“. Klingt sehr fantasievoll.

Selbst ein Prüfbericht aus dem TGM wird unter <http://www.alpha-prevent.com/> zur Lektüre angeboten: Geprüft wurde mit Geräten und in Räumen des Erfinders. Ob mehr als das Rauschen des natürlichen Erdfelds gemessen wurde? Und CE-Zertifikate bestätigen, dass die Funktion von Handys nicht beeinträchtigt ist. Obendrein bestätigt ein Mediziner den Schlaf-Erfolg im Rahmen einer unpublizierten Studie. Wir finden also einige Merkmale, die an das G-Wasser denken lassen – sie wurden von Dr. Erich Eder im Rahmen der FBW 2011 besprochen.