



Nano-Material bremst Ionen aus

Nano-Material bremst Ionen aus Hochgeladene Ionen richten zwar räumlich sehr begrenzt, dafür aber umso effizienter Schaden auf einer Materialoberfläche an. Das macht sie zu einem idealen Werkzeug für Spezialaufgaben wie etwa die, hauchdünne Folien aus Kohlenstoff mit nur einem Nanometer Dicke zu perforieren (1 Nanometer = 1 Millionstel Millimeter). So entsteht ein technologisch nutzbares Nano-Sieb, um beispielsweise unterschiedliche Gase zu trennen. "Man kann den Beschuss eines Materials mit Ionen mit den Stößen von Billardkugeln vergleichen", so Richard Wilhelm, Doktorand im HZDR. "Ein professioneller Spieler weiß genau, in welchem Winkel er eine Kugel treffen muss, um seinen Zug zu machen. Er berechnet dabei auch die Energie, die von einer Kugel auf eine oder mehrere andere übertragen werden soll." Ähnlich verhält es sich mit Ionen, die mit den Atomen im Material kollidieren. Durch sehr viele Stöße werden die Ionen auf ihrem Weg nach und nach abgebremst und verlieren stetig Energie - wie eine Kugel, die in einem Baumstamm eindringt und dort zum Stillstand kommt. Für ein hauchdünnes Material, das aus nur wenigen Atomlagen besteht, trifft diese Analogie jedoch nicht zu - so das erstaunliche Ergebnis der aktuellen Experimente im Ionenstrahlzentrum des HZDR. Erstmals haben Wilhelm und seine Kollegen aus Dresden und Wien in Experimenten beobachtet, dass hochgeladene Ionen entweder fast unbeeinflusst durch eine Nano-Membran fliegen oder aber erstaunlich viel Energie dabei verlieren. Bisher ging man dagegen davon aus, dass Ionen im Mittel immer gleich viel Energie verlieren. "Mit unseren Experimenten konnten wir zeigen, dass der Energieverlust im Material in erheblichem Maße vom Ladungszustand der Ionen abhängt. Dabei vermuten wir eine generelle Relation, die man bisher bei den üblicherweise verwendeten dickeren Materialien und den geringen Ladungszuständen der Ionen nicht beobachten konnte", erklärt Richard Wilhelm. Um den neu entdeckten Effekt überhaupt sehen zu können, darf die Membran nicht dicker als ein Nanometer sein - aufwendig hergestellt wurde die auf einem Träger frei aufgehängte Membran aus Kohlenstoff an der Universität Bielefeld. Zudem müssen die Ionen eine hohe positive Ladung aufweisen, das heißt, dass ihnen zuvor viele Elektronen entzogen worden sind. Zum Einsatz kamen bis zu 30-fach geladene Xenon-Ionen. Treffen die Xenon-Ionen auf die superdünne Membran, kommt es zu zwei unterschiedlichen Arten von Ereignissen. Während ein Ion quasi ungehindert zwischen den Kohlenstoff-Atomen der Nano-Membran hindurchfliegen kann, kollidiert ein anderes Ion mit einem der Atome im Material. Dabei durchquert es die Elektronenwolke des Atoms und saugt die negativ geladenen Elektronen auf. Dieser Elektroneneinfang führt beinahe zur Neutralisation des Ions mit der Folge, dass es erheblich abgebremst wird. Abhängig vom Winkel, in dem das Ion nach dem Stoß weiterfliegt, beträgt der Energieverlust bis zu zehn Prozent. "Wundermaterial" Graphen Als nächsten Schritt wollen die Forscher vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und der TU Wien mit dem vielversprechenden Material Graphen arbeiten. Graphen ist Kohlenstoff, der nur eine Atomlage dick ist. Es hat fast exotische Eigenschaften, ist extrem stabil, dabei durchsichtig und ein Metall. "Mit Graphen beschäftigen sich derzeit zwar sehr viele Gruppen weltweit, aber nur sehr wenige bauen in das zweidimensionale Material Fremdatome ein. Wenn dies routinemäßig durch Ionenimplantation gelänge, könnte man neuartige elektronische Bauteile mit unverhofften Fähigkeiten herstellen", erläutert Richard Wilhelm. Auch für die Experimente mit Graphen stehen im Ionenstrahlzentrum des HZDR gleich mehrere Anlagen zur Erzeugung hochgeladener Ionen zur Verfügung, und die TU Wien ist als langjähriger Forschungspartner wieder tatkräftig mit dabei. Publikationen: R. A. Wilhelm, E. Gruber u.a.: Charge exchange and energy loss of slow highly charged ions in 1 nm thick carbon nanomembranes, in: Physical Review Letters 112 (2014), 153201, DOI-Link: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.153201> R. Ritter, R. A. Wilhelm, M. Stöger-Pollach u.a.: Fabrication of nanopores in 1 nm thick carbon nanomembranes with slow highly charged ions, in: Applied Physics Letters 102, 063112 (2013), DOI: 10.1063/1.4792511 Weitere Informationen: Richard Wilhelm Dr. Stefan Facsko Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung am HZDR Tel. +49 351 260 - 2834 | - 2987 E-Mail r.wilhelm@hzdr.de s.facsko@hzdr.de Medienkontakt: Dr. Christine Bohnet Pressesprecherin Tel. +49 351 260 - 2450 oder +49 160 969 288 56 E-Mail c.bohnet@hzdr.de Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf Bautzner Landstr. 400 01328 Dresden www.hzdr.de Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) forscht auf den Gebieten Energie, Gesundheit und Materie. Folgende Fragestellungen stehen hierbei im Fokus: Wie nutzt man Energie und Ressourcen effizient, sicher und nachhaltig? Wie können Krebserkrankungen besser visualisiert, charakterisiert und wirksam behandelt werden? Wie verhalten sich Materie und Materialien unter dem Einfluss hoher Felder und in kleinsten Dimensionen? Zur Beantwortung dieser wissenschaftlichen Fragen werden Großgeräte mit einzigartigen Experimentiermöglichkeiten eingesetzt, die auch externen Nutzern zur Verfügung stehen. Das HZDR ist seit 2011 Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Es hat vier Standorte in Dresden, Leipzig, Freiberg und Grenoble und beschäftigt rund 1.000 Mitarbeiter - davon ca. 500 Wissenschaftler inklusive 150 Doktoranden.

Pressekontakt

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V. (FZD)

01328 Dresden

Firmenkontakt

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V. (FZD)

01328 Dresden

Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf gehört zur Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und strebt nach neuen Erkenntnissen, um unsere Lebensgrundlagen zu erhalten und zu verbessern. Dafür betreiben wir Forschung in den Bereichen Energie, Gesundheit und Materie.