

Press release**Technische Universität Dresden****Birgit Berg**

03/04/2002

<http://idw-online.de/en/news45121>Personnel announcements, Research projects
Mathematics, Physics / astronomy
transregional, national**Was macht ein Physiker mit mehr als 1,5 Millionen Euro Preisgeld?**

Prof. Karl Leo, Physiker an der TU Dresden, bekommt am 6. März in Berlin den Preis im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm 2002 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) überreicht. Das Preisgeld in Höhe von 1,55 Millionen Euro kann der Wissenschaftler über einen Zeitraum von fünf Jahren im Rahmen seiner Forschungsvorhaben flexibel nach eigenen Vorstellungen nutzen.

Prof. Karl Leo arbeitet auf dem Gebiet der experimentellen Festkörperphysik. Er beschäftigt sich zum einen mit dem Transport von Elektronen in Festkörpern bei sehr hohen Feldern; zum anderen mit den Eigenschaften neuartiger, organischer Halbleiter und ihren Bauelementanwendungen.

Die Grundlagen des ersten Forschungsschwerpunkts sind aus dem Alltag wohlbekannt: Wird an einen leitfähigen Festkörper eine Spannung angelegt, so fließt ein zur Spannung proportionaler Strom. Dieses sogenannte Ohmsche Gesetz beruht darauf, dass die Elektronen im elektrischen Feld beschleunigt werden, bis sie schließlich auf ein Hindernis stoßen und abgebremst werden. Danach werden sie vom elektrischen Feld wiederum beschleunigt; im Mittel stellt sich die sogenannte Driftgeschwindigkeit ein. Das Elektron verhält sich vergleichbar einem Ball, der einen bewaldeten Hang hinabrollt: Auch hier wird der Ball im zeitlichen Mittel ständig bergab rollen, wobei seine mittlere Geschwindigkeit durch eine Balance zwischen Beschleunigung und Auftreffen gegen Bäume bestimmt wird.

Legt man nun ein sehr hohes elektrisches Feld an den Festkörper an, so treten völlig andere Effekte auf: Die Elektronen driften dann nicht mehr mit dem Feld, sondern oszillieren an einem Ort. 1992 gelang es erstmals, diese Bewegung in einem Halbleiter-Übergitter zu beobachten.

Prof. Karl Leo hat sich in den vergangenen Jahren intensiv mit der Erforschung dieses Phänomens beschäftigt: 1997 gelang es seiner Forschergruppe, die räumliche Bewegung direkt räumlich und zeitlich zu beobachten und nachzuweisen, dass die Elektronen tatsächlich im Takt harmonisch hin- und herschwingen. Weitere Untersuchungen konnten zeigen, dass sich diese Bewegung durch optische Anregung der Elektronen steuern lässt und dass man die durch die quantenmechanische Wellennatur der Elektronen verursachten Effekte nutzen kann, um die Elektronen nahezu beliebige Bewegungen ausführen zu lassen.

Diese Untersuchungen fundamentaler Transporteffekte sind bereits praxisrelevant. Zum einen werden in modernen Bauelementen durch die immer kleineren Abmessungen und höheren Arbeitsgeschwindigkeiten die Bereiche des Hochfeldtransports zunehmend erreicht; zum anderen ist es unter Umständen möglich, durch diese Oszillationen ein Bauelement zu realisieren, das abstimmbar Mikrowellenstrahlung emittiert. Kürzlich gelang der Gruppe um Prof. Karl Leo der Nachweis, dass dieser Schwingungsbewegung Strahlungsleistung entnommen werden kann und damit ein Laser prinzipiell möglich ist.

Das zweite Forschungsthema von Prof. Karl Leo widmet sich den bisher weit weniger verstandenen organischen Halbleitern. Obwohl seit einigen Jahrzehnten bekannt ist, dass sie halbleitende Eigenschaften haben, sind die detaillierten Transporteigenschaften noch wenig untersucht. In den vergangenen Jahren hat das Interesse an dieser Materialklasse stark zugenommen, weil zum einen in hochreinen molekularen Kristallen außerordentlich interessante Effekte wie z.B. Hochtemperatur-Supraleitung beobachtet wurden; zum anderen konnte gezeigt werden, dass mit

dünnen organische Schichten interessante Bauelementanwendungen wie organische Leuchtdioden (OLED) möglich sind.

Die Dresdner Wissenschaftler haben sich damit beschäftigt, eine Schlüsseleigenschaft von Halbleitern, nämlich die Kontrollierbarkeit der Leitfähigkeit durch Dotierung, bei den organischen Materialien zu untersuchen: In der klassischen Silizium-Mikroelektronik ist seit langem bekannt, dass die Leitfähigkeit eines Halbleiters durch gezieltes Beimischen von Verunreinigung um viele Größenordnungen veränderbar ist. Überraschenderweise wurde diese Technik bei organischen Halbleitern kaum angewandt.

Faszinierend an den organischen Halbleitern ist für Prof. Karl Leo die Tatsache, dass trotz des noch beschränkten Verständnisses der Grundlagen bereits interessante Bauelementanwendungen realisiert werden können. Entsprechend hat er mit seiner Forschergruppe vor einigen Jahren begonnen, die dotierten Schichten in organische Leuchtdioden zu implementieren. Diese Ansätze stießen anfangs auf einige Kritik. Die in letzter Zeit an organischen Leuchtdioden durchgeführten Versuche haben jedoch klar gezeigt, dass die Eigenschaften dieser Bauelemente ganz wesentlich durch Dotierungen verbessert werden. Insbesondere gelang es, durch dotierte Schichten die Betriebsspannung von Leuchtdioden gegenüber bekannten Ansätzen deutlich zu senken. Zusätzlich arbeitet Prof. Karl Leo daran, das Prinzip der kontrollierten Dotierung organischer Halbleiter zu verallgemeinern und z. B. für organische Solarzellen und Transistoren anzuwenden.

Informationen: Prof. Karl Leo, Tel. (03 51) 4 63 - 3 75 33, - 3 43 89