



>> <http://www.chemie.de/news/75635/>

Halbleiter in Wechselwirkung mit intensiver Terahertzstrahlung

11.12.2007 - Terahertz-Strahlung liegt im elektromagnetischen Spektrum zwischen der Infrarot- und Mikrowellen-Strahlung, sie ist also mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar. Lange Zeit standen keine leistungsfähigen Sender und Empfänger im Wellenlängenbereich von Terahertz-Strahlung zur Verfügung. Erst in den letzten Jahren gab es eine rasante Entwicklung der Terahertz-Technologie, die schon jetzt vielfältige Anwendungen hervorbringt.

Besondere Erwähnung verdient die so genannte Terahertz-Spektroskopie: Dies ist eine Analyse-methode, bei der man ausnutzt, dass viele Materialien mit elektromagnetischer Strahlung besonders effektiv im Terahertz-Bereich wechselwirken. Mit Hilfe dieser Methode kann z.B. die Zusammensetzung organischer Stoffe und biologischer Systeme effizienter als bisher analysiert werden oder in der Medizin die Schwere von Verbrennungen diagnostiziert werden. Da Terahertz-Strahlung Plastik und Textil problemlos durchdringt, sind auch Anwendungen im Bereich der Sicherheitstechnik möglich, bei denen z.B. Menschen in Flughäfen - ohne Risiko - nach verborgenen Sprengsätzen oder Waffen durchsucht werden.

Vor einigen Jahren haben Prof. Dr. Stephan W. Koch und sein Team an der Philipps-Universität Marburg vorgeschlagen, die Terahertz-Spektroskopie zur Untersuchung so genannter Exzitonen in Halbleitern einzusetzen, um z.B. zu untersuchen,

wie Lichterzeugung in Halbleiterdioden genau funktioniert. Ihre theoretischen Untersuchungen zeigten, was inzwischen von Experimenten bestätigt wurde, dass es Terahertz-Strahlung erlaubt, diese Exzitonen gewissermaßen "direkt" zu beobachten, was mit herkömmlichen Methoden nicht möglich war. In einem Artikel, der in Physical Review Letters veröffentlicht wurde, gehen die Marburger Physiker jetzt einen Schritt weiter. Dort zeigen sie, dass sich Terahertz-Strahlung nicht nur zur Beobachtung von Exzitonen, sondern auch zu deren Manipulation einsetzen lässt. Zu dieser Erkenntnis kommen sie durch den Vergleich theoretischer Ergebnisse mit einem Experiment, das von Prof. Dr. Yun-Shik Lee von der amerikanischen University of Oregon in Corvallis durchgeführt wurde. Zurzeit verbringt Professor Lee im Rahmen eines Stipendiums der Humboldt-Stiftung einen einjährigen Forschungsaufenthalt in Marburg und arbeitet intensiv mit der experimentellen und theoretischen Halbleiterphysik an gemeinsamen Projekten.

Die Tatsache, dass Terahertz-Strahlung auf diese Exzitonen-Übergänge "abgestimmt" ist, lässt sich ausnutzen, um Exzitonen mit schwachen Terahertz Lichtpulsen nachzuweisen und deren Verhalten zu beobachten. In dem untersuchten Experiment wurden nun aber starke, extrem kurze Terahertz Lichtpulse eingesetzt, deren hohe Intensität ausreicht, solche Übergänge zwischen verschiedenen Energieniveaus gezielt zu verursachen, d.h. die Scha-



>> <http://www.chemie.de/news/75635/>

lenkonfiguration zu verändern. Diese Vorgänge äußern sich im Experiment indirekt in einer messbaren Veränderung der optischen Eigenschaften des Halbleitermaterials. Durch die theoretische Modellierung des Experimentes ist es den Marburger Physikern gelungen, die Ergebnisse der Messung genau zu reproduzieren und unter anderem solchen Exzitonen-Übergängen zuzuordnen. Besonders am Experiment ist auch, dass die Messungen "zeitaufgelöst" erfolgen, d.h. die Prozesse können auf extrem kurzer Zeitskala und daher sehr detailliert verfolgt werden.

Bisherige Anwendungen der Terahertz-Technologie, wie die oben genannte Terahertz-Spektroskopie, verwenden Strahlung geringer Intensität, die ausreicht um bestimmte Materialien zu "scannen", aber nicht um deren Eigenschaften zu verändern. Es sind aber auch verschiedene Anwendungen für die Verwendung starker Terahertz Strahlung denkbar z.B. in der Informationstechnologie: Gelänge es, die Übergänge in einem System mit zwei Energieniveaus mit Terahertz-Licht gezielt und sicher zu steuern, so könnten solche Exzitonen-Übergänge als so genannte Qubits theoretisch in einem Quantencomputer verwendet werden. Gerade im Hinblick auf solche Anwendungsmöglichkeiten ist ein besseres Verständnis der grundlegenden Wechselwirkungsprozesse wünschenswert.