

Physiker drehen Lichtstrahlen

UNIVERSITÄT WÜRZBURG | Lichtwellen gezielt rotieren lassen – dieses Kunststück ist Physikern aus Würzburg und Wien mit einer ultradünnen Halbleiterschicht gelungen. Mit ihrer Hilfe lässt sich ein Transistor bauen, der mit Licht statt elektrischem Strom funktioniert.

Lichtwellen können in unterschiedliche Richtungen schwingen – ähnlich wie eine gespannte Saite, die von oben nach unten oder von links nach rechts schwingt, je nachdem, wie man sie anzupft. Prof. Laurens Molenkamp und sein Mitarbeiter Georgy Astakhov vom Physikalischen Institut der Universität Würzburg haben eine Methode entwickelt, um die Schwingungsrichtung von Licht mit einer ultradünnen Halbleiterschicht gezielt zu kontrollieren und beliebig zu drehen. Das gelang ihnen in Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Andrei Pimenov, der vor Kurzem von Würzburg an die Technische Universität Wien gewechselt ist. Für die weitere Erforschung von Licht und seiner Polarisation ist das ein wichtiger Schritt nach vorn, der vielleicht auch Möglichkeiten für eine neuartige Computertechnik öffnet. Die Resultate der Experimente sind im angesehenen Journal „Physical Review Letters“ veröffentlicht.

Magnetfeld steuert das Licht

Die Schwingungsrichtung von Licht kann sich ändern, wenn man es in einem starken Magnetfeld durch bestimmte Materialien schiebt – dieses Phänomen heißt Faraday-Effekt. „Bei allen bisher dafür bekannten Materialien war dieser Effekt allerdings recht schwach“, erklärt Prof. Pimenov. Einen um Größenordnungen stärkeren Faraday-Effekt haben die Physiker nun durch die Verwendung von Licht des richtigen Wellenlängenbereichs und mit extrem sauberen Halbleitern aus Quecksilber-Tellurid erzielt: Damit lassen sich Lichtwellen in beliebige Richtungen drehen – man kann die Schwingungsrichtung durch die Stärke des äußeren Magnetfelds präzise steuern. Schickt man den Lichtstrahl danach durch einen Polarisationsfilter, der nur Licht einer bestimmten Schwingungsrichtung durchlässt, so kann man durch Drehung der Polarisation gezielt steuern, ob das Licht durchgelassen wird oder nicht. Erstaun-

licherweise reichen dafür ultradünne Halbleiterschichten von weniger als einem Tausendstel Millimeter Dicke aus.

Optischer Transistor für Computer

„Das Licht hat eine Frequenz im Terahertz-Bereich – erst die übernächste Generation von Computern wird solche Frequenzen vielleicht erreichen“, meinen die Forscher. Seit Jahren erhöhe sich die Taktfrequenz von Computern kaum noch, weil man in einen Bereich vorgedrungen sei, in dem die Materialeigenschaften nicht mehr problemlos mitspielen. Eine mögliche Lösung wäre es, elektronische Schaltungen durch optische Elemente zu ergänzen. Bei einem Transistor, dem Grundelement der Elektronik, wird ein elektrischer Stromfluss abhängig von einem zusätzlichen Eingangssignal gesteuert. Beim Experiment der Physiker wird ein Lichtstrahl durch ein äußeres Magnetfeld gesteuert – die beiden Systeme sind einander sehr ähnlich. Ihr System ließe sich darum auch als „Licht-Transistor“ bezeichnen. Bevor allerdings solche optischen Computerschaltungen realisierbar sind, wird sich der neu entdeckte Effekt in jedem Fall als sehr nützliches Forschungswerkzeug erweisen: In optischen Labors wird er in Zukunft eine Rolle bei der Untersuchung von Materialien und der Physik des Lichts spielen.

Forschung an topologischen Isolatoren

Die beschriebenen Experimente stehen in engem Zusammenhang mit der Untersuchung topologischer Isolatoren im Labor von Laurens Molenkamp. Für diese Forschungsrichtung hat der Europäische Forschungsrat dem Würzburger Physiker Anfang 2011 die Summe von 2,5 Millionen Euro bewilligt.

Text: dino | Foto: Uni Würzburg

