

Wellenlängen auf Bestellung

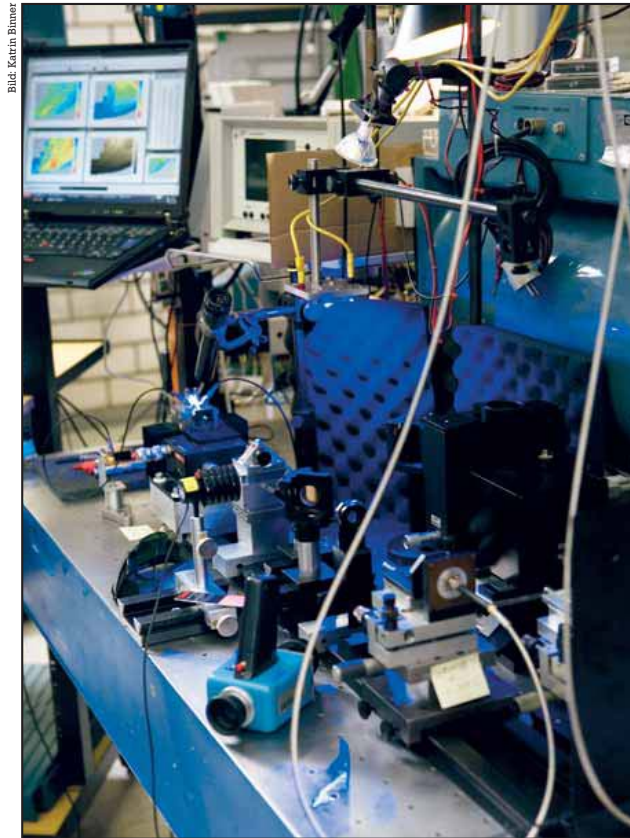
Neuer Effekt bei Quantenpunktlasern entdeckt

Physiker der Technischen Universität Darmstadt haben einen neuen Weg gefunden, mit Quantenpunktlasern maßgeschneiderte Wellenlängen zu erzeugen und darüber hinaus leichter zwischen zwei Wellenlängen hin- und herzuschalten. Mögliche Anwendungen ergeben sich in der Biomedizin und Nanochirurgie.

Der von den Forschern entdeckte Effekt stellt die Grundlagen der Halbleiterphysik quasi „auf den Kopf“: Üblicherweise beginnt die Lasertätigkeit bei Halbleiterlasern auf dem energetisch niedrigsten Stand; erst mit wachsendem Pumpstrom setzt auch die Emission von höherenergetischen, also kurzwelligen Photonen ein. Forscher der Arbeitsgruppe Halbleiteroptik des Instituts für Angewandte Physik der TU Darmstadt um Professor Wolfgang Elsässer haben die Möglichkeit entdeckt, dass Quantenpunktlaser zunächst kurzwellige Photonen emittieren. „Diese von uns erstmals gefundene umgekehrte Zustandshierarchie erlaubt es, ‚quasi auf Bestellung‘ maßgeschneiderte Wellenlängen in einem für viele Anwendungen interessanten Wellenlängenbereich zu erzeugen. Darüber hinaus erlaubt die Methode, nicht nur einfacher zwischen zwei Wellenlängen hin- und herzuschalten, sondern auch gezielt Effekte des Lasersystems zur Verbesserung von Pulseigenschaften auszunutzen“, erläutert Elsässer.

Kleinlaser im Verbund erforschen

Diesen neuen Effekt entdeckte Dr. Stefan Breuer im Rahmen seiner Doktorarbeit innerhalb des EU-Projekts „FAST-DOT (Kompakte, ultraschnelle auf neuartigen Quantenpunktstrukturen basierte Laserquellen)“. Dieses Forschungsprojekt, an dem 18 Universitäts- bzw. Forschungslaboratorien und Industriepartner beteiligt sind, zielt darauf ab, kleinere und günstigere Laser zu entwickeln, die in der Biomedizin eingesetzt werden können. Die Darmstädter haben in diesem Verbund die Aufgabe, Quantenpunkt-Halbleiterlaser experimentell zu untersuchen, um in Zusammenarbeit mit den anderen Forschern sowie Laserherstellern optimierte Lasereigenschaften zu erzielen oder sogar gänzlich neue Laserstrukturen zu realisieren. Die EU unterstützt das seit 2008 laufende Projekt bis 2012 mit 10 Millionen Euro. Im nächsten Schritt wollen die Forscher des Projekts „FAST-DOT“ nun die Einsatzmöglichkeiten des leichteren Wechsels zwischen Wellenlängen prüfen, dessen Grundlage die Darmstädter gefunden haben.



Versuchsaufbau der Arbeitsgruppe Halbleiteroptik.

Verbesserungen in der Medizin

„Die Bedingungen für den Einsatz von Lasern in der Nanochirurgie waren bislang nicht optimal“, betont Elsässer. „Ein Problem war die aufwendige Realisierung mit riesigen Lasern, die quadratmetergroße Lasertische erforderten und durch unzulängliche Energieeffizienz hohe Energiekosten verursachten.“ Anders ist dies bei der jüngsten Generation der extrem effizienten Quantenpunktlaser, die aus nanostrukturierten Halbleitermaterialien hergestellt werden. Die winzigen pyramidenförmigen Gebilde,

die sogenannten Dots, haben eine Größe von Millionstel Millimetern. „Diese Winzigkeit der Strukturen hat Einfluss auf das durch sie emittierte Licht, denn Nanostrukturen von exakt definierter Größe ermöglichen die Emission von Licht genau definierter Wellenlänge. Verändert man die Größe und Umgebung der Dots, verändert sich auch die Wellenlänge und damit die Farbe des Lichts. Damit können Quantenpunktlaser hergestellt werden, die Laserlicht mit genau definierter Wellenlänge für sehr spezifische Anwendungen emittieren“, erläutert Elsässer.

Mehr Tiefenschärfe

In der Mikroskopie ermöglichen Quantenpunktlaser das Durchleuchten einer Zelle. Dabei werden nicht nur einzelne Zellstrukturen für das menschliche Auge sichtbar, diese Strukturen sind auch mit hoher Tiefenschärfe zu erkennen. Eine weitere Anwendung ist ein bildgebendes 3-D-Verfahren, die sogenannte optische Kohärenz-Tomographie. Dabei werden mittels höchstempfindlicher Messungen von Reflexionen Schichtbilder mit enormer Orts- und Tiefenaufösung gewonnen, was eine nichtinvasive Frühdiagnose ermöglicht. Augenärzte können so mit Hilfe eines Quantenpunktlasers die Netzhaut in ihrer gesamten Tiefe abtasten, ohne einen Eingriff vornehmen zu müssen. Auch können Hautschichten in ihrer gesamten Ausdehnung analysiert und auf Hautkrebs untersucht werden.

Bei Quantenpunktlasern mit höheren Pulsfrequenzen reicht die Energie aus, um die Zelle zu verändern, also zum Beispiel präzise Schnitte mit minimaler Beeinflussung der zellulären Umgebung durchzuführen. „Sie können als hochpräzise Skalpelle eingesetzt werden, mit denen einzelne Zellstrukturen kontrolliert durchtrennt werden können“, umreißt Elsässer. Außerdem können bestimmte Zellorganellen ausgeschaltet oder einzelne Moleküle – zelleigene oder zellfremde – aktiviert werden. Das eröffnet ungeahnte Möglichkeiten in der Molekülchirurgie, mit der Schnitte durchgeführt werden können, die zehntausend Mal feiner sind als ein Haar. Damit könnten künftig Krebszellen ohne nennenswerte Nebenwirkungen zerstört oder auch Hornhautkorrekturen am Auge durchgeführt werden.

Schnell organisieren

Informatiker um Professorin Iryna Gurevych machen Wikis noch komfortabler und intelligenter

Was fällt einem zu Hawaii ein? Sonne, Strand, Sand, viel Sand ... Wenn nun jedes Sandkorn für ein Dokument oder eine Information innerhalb eines Wikis steht und man dieses organisieren muss, wird schnell klar, dass es schön wäre, hier Software einzusetzen, die dabei unterstützt. Die beiden Worte „Wiki“ und „Kukulu“ sind hawaiianisch und bedeuten „schnell“ und „organisieren“. Das Personal des Ubiquitous Knowledge Processing Lab am Fachbereich Informatik der TU Darmstadt hat aus diesen beiden Wörtern ein neues kreierte und damit einen passenden Namen für ein von der Klaus Tschira Stiftung gefördertes Projekt gefunden. Denn in Wikulu geht es genau darum – schnell zu organisieren.

Immer mehr Unternehmen nutzen Wikis. Sie tun dies, um Informationen zu teilen und gleichzeitig leicht und schnell bearbeitbar zu machen. Das gemeinschaftliche Arbeiten an Texten ist in Wikis schon sehr komfortabel, verglichen mit gängigen Office-Softwarepaketen.

Das von Professorin Iryna Gurevych geleitete Projekt setzt hier an, um Wikis noch komfortabler zu gestalten. Informatiker

Johannes Hoffart arbeitet daran, die einzelnen Texte bzw. Wörter innerhalb der Texte nach dazu passenden Hyperlinks zu durchsuchen. Denn gerade in von mehreren Nutzern erstellten Wikis ist die Orientierung enorm schwer und die Informationen äußerst unübersichtlich. Wenn für das Verlinken eine passende Stelle gefunden wurde, wird diese Verknüpfung zur Nutzung angeboten. Auf diese Weise ist es möglich, sehr schnell und einfach neue Informationen zu den vorhandenen Texten zu verlinken. Separate Befehle hierzu sind nicht mehr nötig. Vielmehr läuft das intelligente Programm ständig im Hintergrund und bietet die Verknüpfung zu anderen Quellen selbstständig an.

Eine andere Neuerung im Rahmen von Wikulu entwickelt der Informatiker Daniel Bär. Hierbei geht es darum, beim Erstellen neuer Texte diese mit bereits vorhandenen Texten bereits während der Eingabe abzugleichen. Hintergrund ist, hierbei zu vermeiden, dass Informationen mehrfach an unterschiedlichen Stellen gespeichert werden. Außerdem liegt der Vorteil für Menschen, die sich nicht mit der Struktur eines Wikis auskennen, klar auf der Hand:

Die intelligente Software hilft, neue Informationen gleich an der richtigen Stelle im Wiki einzufügen.

Kollaboratives Schreiben

Auf die Frage, inwieweit mit der Entwicklung eine wirtschaftliche Nutzung angestrebt wird, antwortet Projektleiter Dr. Torsten Zesch: „In unserem Projekt steht die Forschung an erster Stelle. Nichtsdestotrotz haben wir bereits zahlreiche Anfragen von Unternehmen, die an der Nutzung von intelligenten Wikis interessiert sind.“ Professorin Iryna Gurevych fügt hinzu: „Diese Technologie hat enormes Potenzial über das Medium Wiki hinaus. Das kollaborative Schreiben von Texten für Beruf und Freizeit kann dadurch künftig eine ganz neue Qualität erhalten.“