

Garching, 31.08.09

Presse-Information

„On-the-fly“ Spektroskopie mit Diodenlaser und Frequenzkamm

MPQ Wissenschaftler erzielen hochpräzise optische Breitbandspektroskopie durch Anwendung der Frequenzkammtechnik auf durchstimmbare Diodenlaser.

Seit Generationen erfährt das Gebiet der optischen Spektroskopie hohe Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern, angefangen mit Joseph von Fraunhofers Entdeckung der dunklen Linien im Sonnenspektrum 1814, die Gustav Kirchhoff und Robert Bunsen 1859 mit der Lichtabsorption in Atomen und Molekülen erklärten. Im vergangenen Jahrzehnt erlebte die Spektroskopie geradezu eine Revolution durch die Erfindung der Frequenzkammtechnik, welche die erreichbare Präzision um ein Vielfaches steigerte. Nun haben Wissenschaftler um Dr. Tobias Kippenberg, Leiter der Gruppe „Laboratory of Photonics & Quantum Measurements“ am MPQ und Tenure Track Assistenz-Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL), eine neuartige Messtechnik für breitbandige und schnelle Bestimmungen optischer Spektren entwickelt. Dabei übertragen sie die Genauigkeit der Frequenzkammtechnik auf leicht zu handhabende durchstimmbare Diodenlaser (Nature Photonics, AOP, August 2009, DOI:10.1038/nphoton.2009.138).

Bei durchstimmbaren Diodenlasern kann die Frequenz, d.h. Farbe des Laserlichts, stufenlos geändert werden um so ein charakteristisches Antwortspektrum des zu untersuchenden Objekts zu erhalten. Das betrifft sowohl die Untersuchung der Anregungsspektren von Gasatomen als auch die Absorptionseigenschaften von photonischen Bauelementen in der Nanophotonik. Die Durchstimmung des Diodenlasers allein erlaubt jedoch noch keine genaue spektroskopische Messung, solange man nicht zusätzlich die Frequenz des Diodenlasers zu jedem Zeitpunkt genau kennt. Hier kommt nun das neue Messsystem ins Spiel, das - unter Verwendung eines faserbasierten Frequenzkamms - eine instantane Kalibrierung des Diodenlasers erlaubt. Die Wissenschaftler erzielen dabei eine Genauigkeit von etwa 1 MHz, was, da die Frequenz des Laserlichts bei 200 THz liegt, einer relativen Genauigkeit von 5×10^{-9} entspricht.

Als erste Anwendung der neuen Spektroskopiemethode untersuchten die Wissenschaftler Pascal Del'Haye und Dr. Arcizet die Absorptionsspektren von Chipbasierten monolithischen optischen Mikrotoroiden aus Quarzglas. Erstmals konnten damit deren Dispersionseigenschaften analysiert werden, da sich die extrem schmalen Absorptionslinien im Sub-Megahertz-Bereich nicht mit konventioneller Spektroskopie auflösen ließen. Numerische Rechnungen und experimentelle Ergebnisse zeigen, dass die Modenstruktur der Mikrotoroide extrem gleichförmig ist, d. h., die verschiedenen optischen Anregungsmoden des Toroids liegen in fast exakt den gleichen Abständen zueinander. Dieses überraschende Ergebnis folgt aus der räumlichen Verteilung der optischen Moden innerhalb des Resonators, die dazu führt, dass die „roten“ Moden bei niedrigen Frequenzen stärker auf das Innere des Resonators beschränkt sind als die „blauen“ Moden bei höheren Frequenzen. Dieser Unterschied wird jedoch zum Teil durch die frequenzabhängige Dispersion im Material kompensiert, wegen der rote Moden sich langsamer ausbreiten als blaue. „Aufgrund der deshalb insgesamt geringen Modendispersion eignen sich Mikrotoroide sehr gut für viele Anwendungen in der Mikrophoto-

Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit,
Dr. Olivia Meyer-Streng

Tel.: +49(0)8932 905-213
E-Mail: olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de

Hans-Kopfermann-Str. 1
D-85748 Garching

Tel.: +49(0)8932 905-0
Fax: +49(0)8932 905-200

nik, aber auch für die Erzeugung von Frequenzkämmen, bei der nichtlineare optische Effekte zu tragen kommen," bekräftigt Prof. Tobias Kippenberg. Gemeinsam mit Max Planck Innovation hat seine Gruppe die neue Technik zum Patent angemeldet.[PD]

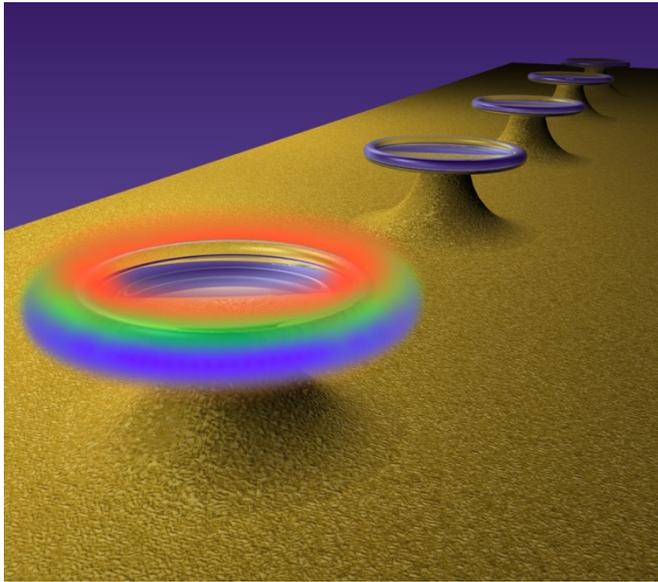


Abbildung: Lichteinschluss in Mikrokapazitäten: Gläserne Mikroresonatoren auf Siliziumchips erlauben es, Licht über eine längere Zeit zu speichern, die etwa einer Million Photonenumläufen im Resonator entspricht. Abhängig von der Wellenlänge bzw. Farbe wird das Licht mehr im Innern des Resonators eingeschlossen oder erstreckt sich bis in die Nähe seines Randes.

Originalveröffentlichung:

P. Del'Haye, O. Arcizet, M. L. Gorodetsky, R. Holzwarth & T. J. Kippenberg
Frequency comb assisted diode laser spectroscopy for measurement of microcavity dispersion
Nature Photonics, Advance Online Publication, August 2009, DOI:10.1038/nphoton.2009.138

Nature Photonics "News and Views", T. Schibli

Optical spectroscopy: Clever calibration, doi:10.1038/nphoton.2009.150

Kontakt:

Prof. Dr. Tobias Kippenberg

Max-Planck- Institut für Quantenoptik, 85748
Garching, und
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne,
CH1015, Switzerland
Telefon: +49 - 89 / 32905 727
Fax: +49 - 89 / 32905 200
E-Mail: tobias.kippenberg@mpq.mpg.de
<http://www.mpq.mpg.de/k-lab/>

Pascal Del'Haye

Max-Planck- Institut für Quantenoptik
Telefon: +49 - 89 / 32905 284
Fax: +49 - 89 / 32905 200
E-Mail: pascal.delhaye@mpq.mpg.de
<http://www.mpq.mpg.de/k-lab/>

Dr. Olivia Meyer-Streng

Presse & Kommunikation
Max-Planck-Institut für Quantenoptik
Telefon: +49 - 89 / 32905 – 213
Fax: +49 - 89 / 32905 – 200
E-Mail: olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de