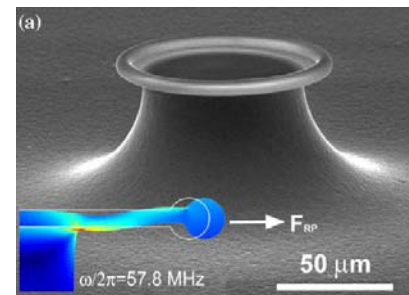


Diplomandenstellen im Bereich Biophotonik und Quanten-Photonik an der ETH-Lausanne

An der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL) werden ab Oktober 2008 Diplomandenstellen in der neu gegründeten Forschungsgruppe **k-Lab** frei. Schwerpunkt der Tätigkeiten in Lausanne werden drei Forschungsrichtungen sein, welche derzeit am MPI für Quantenoptik angesiedelt sind (www.mpq.mpg.de/k-lab). Thematisch befasst sich unsere Forschungsgruppe mit neuen Anwendungen von Mikroresonatoren in der Metrologie, Biophotonik und Optomechanik.



- Der erste Themenbereich der Forschungsgruppe beinhaltet die Untersuchung von lichtkraftinduzierter Kopplung von mechanischen und optischen Freiheitsgraden, welche Teil des neuen Forschungsfeldes der „**Quanten Optomechanik**“^{1,2} sind. Die Wechselwirkung von mechanischen Freiheitsgraden und Licht erlaubt dabei viele fundamentale Einsichten. Unter anderem gilt unser Augenmerk der Möglichkeit, einen mechanischen Freiheitsgrad in den Quanten-Grundzustand zu kühlen^{1,3,4} und somit „Quantenmechanik“ im wahrsten Sinne des Wortes zu studieren. Wichtige Schritte sind uns bereits gelungen und wir erwarten in den kommenden Jahr in dieses neue Regime der Quantenoptomechanik vorzudringen. Dieses Projekt umfasst viele Facetten wie Mikrofabrikation, Laserphysik, Quantenoptik und Kryogenik. Da es sich um ein gerade erst entstehendes Forschungsfeld handelt, gibt es viele bisher ungeklärte Fragestellungen.
- Ein zweites Thema des Forschungsteams ist der Einsatz von Mikrokavitäten zur Detektion biochemischer Moleküle mit dem Ziel der **Einzel-Molekül Detektion**⁵. Dieses Projekt ist an der Schnittstelle zwischen der Biophysik und Optik angesiedelt und bietet interessante Perspektiven der Mitarbeit, gerade im Hinblick auf die hohe Interdisziplinarität. Eine enge Kooperation mit Biophysikern ist bereits vorhanden. Ziel des interdisziplinären Projektes – welches an der Schnittstelle zwischen Biologie und Physik angesiedelt ist – ist es erstmalig eine markierungsfreie Detektion von Einzelmolekülen zu erzielen. Derzeit ist die Einzelmolekül-Detektion nur möglich mit Hilfe von Farbstoffen (sogenannten „Dyes“), welche die Funktion von Molekülen beeinträchtigen können und deren Zeitauflösung begrenzt ist. Andererseits bieten bestehenden Technologien wie Oberflächen-Plasmonen Sensoren die Möglichkeit,



Optischer Mikroresonator

Moleküle markierungsfrei nachzuweisen – bieten aber keine Möglichkeit des Einzelmolekülnachweises. Eine erfolgreiche Umsetzung der markierungsfreien Detektion von Einzelmolekülen könnte dabei erlauben, völlig neue Einblicke in die Funktion von einer Vielzahl biophysikalisch relevanter Enzyme zu erhalten.

Im Rahmen einer interdisziplinären Kollaboration mit dem Biophysik Lehrstuhl der LMU München von Professor Joachim Rädler (im Rahmen der Exzellenzcluster „Nanoscience Initiative Munich“) haben wir ein neuartiges Detektionsprinzip entwickelt, wobei unsere neuartige Methode dabei monolithische Mikroresonatoren nutzt. Diese erfolgreichen Vorarbeiten bieten nun eine ideale Voraussetzung für die Fortsetzung des Projektes mit dem Ziel einzelne Moleküle zu detektieren. Kollaborationen innerhalb der EPFL sind für dieses Projekt vorgesehen.

- Das dritte Forschungsthema befasst sich mit einer neuen Methode der Generation von optischen Frequenzkämmen mittels chip-basierter Mikrokavitäten^{6,7}. Frequenzkämme – für deren Erfindung 2005 der Nobelpreis an Hall and Hänsch verliehen wurde – sind in der Physik von breitem Interesse und werden beispielsweise in der Metrologie, der Laser Spektroskopie, der Sensorik, der Telekommunikation, sowie der Kalibration von astrophysikalischen Instrumenten verwendet. Eine kürzlich von k-Lab entdeckte Methode erlaubt nun diese Frequenzkaemme auf einem Chip zu erzeugen.

Unsere Experimente finden an der Schnittstelle zwischen Physik, Quantenoptik und der Biophysik statt, verbinden Theorie mit Experiment und erlauben ein breites Spektrum an Kenntnissen zu erwerben. Erhebliche Forschungsmittel sind bereitgestellt für die oben genannten Forschungsprojekte und bieten ein attraktives Umfeld der Diplomarbeit für interessierte Studentinnen und Studenten.

Die EPFL gehört zusammen mit der ETH Zürich zu den beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen der Schweiz und genießt international eine hohe Reputation und eine exzellente Ausstattung. Beispielsweise stehen für die Nanowissenschaften unter anderem ein neu eröffneter Reinraum <http://cmi.epfl.ch/> und ein Raster-Elektronen-Mikroskopie Zentrum zur Verfügung sowie das im Sept. 2009 neu zu eröffnende „Rolex Learning Center“. Die EPFL ist in Lausanne direkt am Genfer See gelegen – unweit von Genf und Montreux (Siehe obige Abbildung). Lausanne gehört zum französischsprachigen Teil der Schweiz und genießt neben sehr hoher Lebensqualität eine unmittelbare Anbindung an die Alpen und ein attraktives landschaftliches und kulturelles Umfeld. Die Diplomandenstellen werden mit einem den Schweizer Lebenshaltungskosten angemessenen Salär vergütet. Interessierte Studentinnen oder Studenten, die Lust haben wissenschaftliches Neuland zu betreten und an einem der obigen beschriebenen, herausfordernden und spannenden Projekten mitzuwirken, sollten sich bitte direkt an mich, Tobias Kippenberg (tobias.kippenberg@epfl.ch), wenden, oder unsere Webseite besuchen www.mpg.de/k-lab bzw. www.k-lab.epfl.ch

Literatur-Hinweise:

1. Kippenberg, T. J. & Vahala, K. J. Cavity Optomechanics: Backaction at the mesoscale. *Science* (2008).
2. Kippenberg, T. J. & Vahala, K. J. Cavity opto-mechanics. *Optics Express* **15**, 17172-17205 (2007).
3. Schliesser, A., Del'Haye, P., Nooshi, N., Vahala, K. J. & Kippenberg, T. J. Radiation pressure cooling of a micromechanical oscillator using dynamical backaction. *Physical Review Letters* **97**, 243905 (2006).
4. Schliesser, A., Riviere, R., Anetsberger, G., Arcizet, O. & Kippenberg, T. J. Demonstration of Resolved Sideband Cooling of a Mechanical Oscillator. *Nature Physics* **2008** (2008).

5. Schroeter, B., Reich, C., Arcizet, O., Raedler, J. O., Nickel, B. & Kippenberg, T. J. ACSChip based, lipid bilayer functionalized microresonators for label-free, ultra sensitive and time-resolved molecular detection. *Submitted (cf. arxiv)* (2008).
6. Del Haye, P., Schliesser, A., Arcizet, O., Wilken, T., Holzwarth, R. & Kippenberg, T. J. Optical frequency comb generation from a monolithic microresonator. *Nature* **450**, 1214 (2007).
7. Del Haye, P., Arcizet, O., Schliesser, A., Holzwarth, R. & Kippenberg, T. J. Full Stabilization of a Microresonator Frequency Comb. *arXiv:0803.1771* (2008).