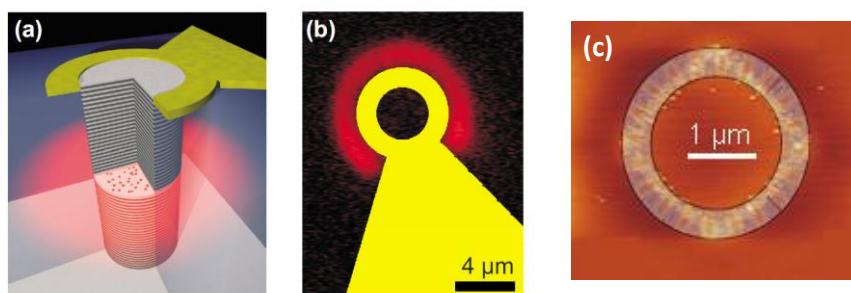


## Entwicklung von Mikrolasern mit positionierten Quantenpunkten in der aktiven Schicht

**Hintergrund/Motivation:** Die Entwicklung von neuartigen Mikrolasern ist zentrales Thema der modernen Nanophotonik. Ziel ist es, immer kleinere Laser zu realisieren und gleichzeitig deren Effizienz über quantenphysikalische Effekte zu erhöhen. Ein sehr attraktives Mikrolaser-Konzept beruht auf Mikroresonatoren, die Flüstergalerie-Moden (engl. whispering-gallery modes, WGMs) führen. Akustische Moden dieser Art wurden 1878 von Lord Rayleigh in der St. Pauls Kathedrale entdeckt und beschreiben die Ausbreitung einer Welle bzw. Mode entlang einer konkaven Oberfläche. Diese Moden weisen im Falle von Mikroresonatoren eine seitliche Abstrahlcharakteristik auf und sind daher insbesondere für Mikrolaser in der integrierten Quanten-Nanophotonik von höchstem Interesse.



**Das Projekt:** Bislang wurden WGM-Laser über gewöhnliche selbstorganisierte Halbleiter-Quantenpunkte in Mikroresonatoren realisiert, siehe schematische Bild (a). Elektrisch betrieben strahlen diese seitlich ab, wie in der Draufsicht in (b) zu erkennen ist. Die zufällige Position der Quantenpunkte (rote Punkte in (a)) reduziert dabei erheblich die erzielbare Effizienz, da WGMs nur mit Quantenpunkten am Resonatorrand interagieren können. Zur Lösung dieses Problem sollen in diesem Projekt Quantenpunkte gezielt über ein einzigartiges Wachstumskonzept in die aktive Schicht integriert werden, um ultimative Performance von WGM-Mikrolasern zu erreichen. Dabei wird in dem so genannten „buried stressor“-Wachstumsmodus über Verspannungs-Engineering eine kreisförmige Verteilung von positionierten Quantenpunkten angestrebt, so dass ein idealer räumlichen Überlapp mit den WGM Moden erzielt wird, siehe Bild (c) in dem positionierte Quantenpunkte als helle Punkte erkennbar sind.

**Deine Aufgabe:** Du wirst das Design der WGM-Mikrolaser unterstützen und die Herstellung der Laser in einem modern ausgestatteten Reinraum begleiten und teilweise selbst durchführen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die optische und quantenoptische Charakterisierung der Mikrolaser. Dabei analysierst Du den Einfluss verschiedener Parameter auf die optischen Eigenschaften der Laser, um die Bauelemente iterativ zu optimieren.

### Was dich erwartet:

- Du forschst an einem sehr spannenden und aktuellen Thema der Nanophotonik.
- Du erlernst die Grundlagen und vertiefst dein Wissen bezüglich Halbleitermaterialien, Halbleiterquantenpunkten, optoelektronischen Bauelementen und modernen Simulations-, Nanotechnologie-, und Charakterisierungsmethoden von optoelektronischen Bauelementen.

- Du bekommst die Möglichkeit, numerische Simulationen für die Mikrolaser-Optimierung durchzuführen.
- Du bekommst einen tiefen Einblick in die Halbleiter-Nanotechnologie in dem Du das epitaktische Wachstum und die Herstellung der Quantenpunkt-Mikrolaser unterstützt.
- Du führst optische und quantenoptische Experimente an Mikrolasern durch, wertest diese aus und stellst Zusammenhänge fest, die zu einer Optimierung der Bauelemente führen.
- Wir legen viel Wert auf gute Betreuung, Einführung und Einarbeitung bei allen notwendigen Methoden und beim Aufbau.

**Fragen/Interesse? → Betreuer:**

Imad Limame, EW 436, [imad.limame@tu-berlin.de](mailto:imad.limame@tu-berlin.de)

Falls dein Interesse geweckt wurde/du Fragen hast, komm für eine Laborführung vorbei oder schreib einfach eine Mail, wir erklären Dir gerne mehr zum Thema.

**Quellen:**

[1] Whispering gallery modes, Seminar, Author: Matjaž Gomilšek, Ljubljana, November 2011

[http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2011\\_2012/wgm.pdf](http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2011_2012/wgm.pdf)

[2] Whispering gallery mode lasing in electrically driven quantum dot micropillars, Appl. Phys. Lett. 97, 101108 (2010)

<https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.3488807>