



- ■ ■ Internationale
- ■ ■ Bodensee
- ■ ■ Hochschule



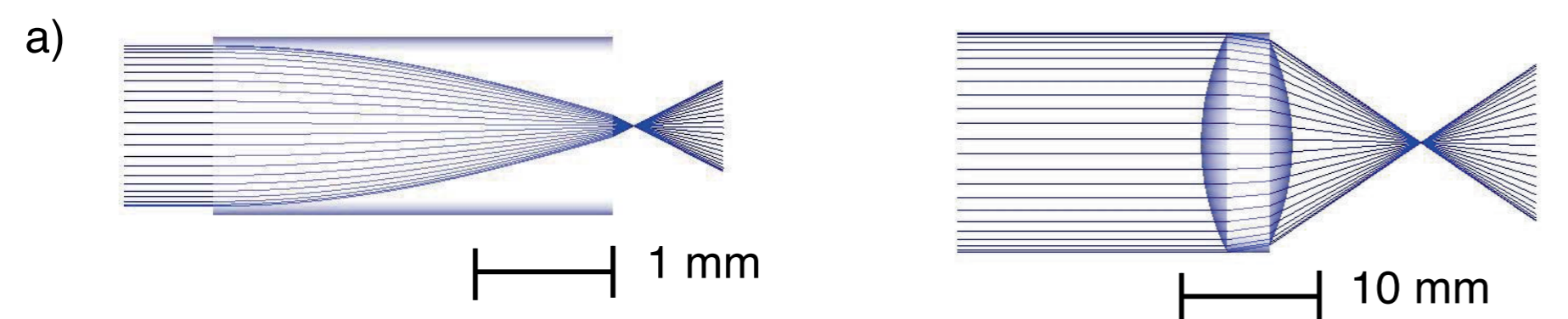
OPTISCHE HYBRID-SENSOREN FÜR DIE IN-VITRO DIAGNOSTIK IN MEDIZINTECHNIK, E-HEALTH, UMWELT- UND LEBEN

Projektlaufzeit: 06/2014 – 06/2016, Projektleitung: Marc Brecht, ZHAW

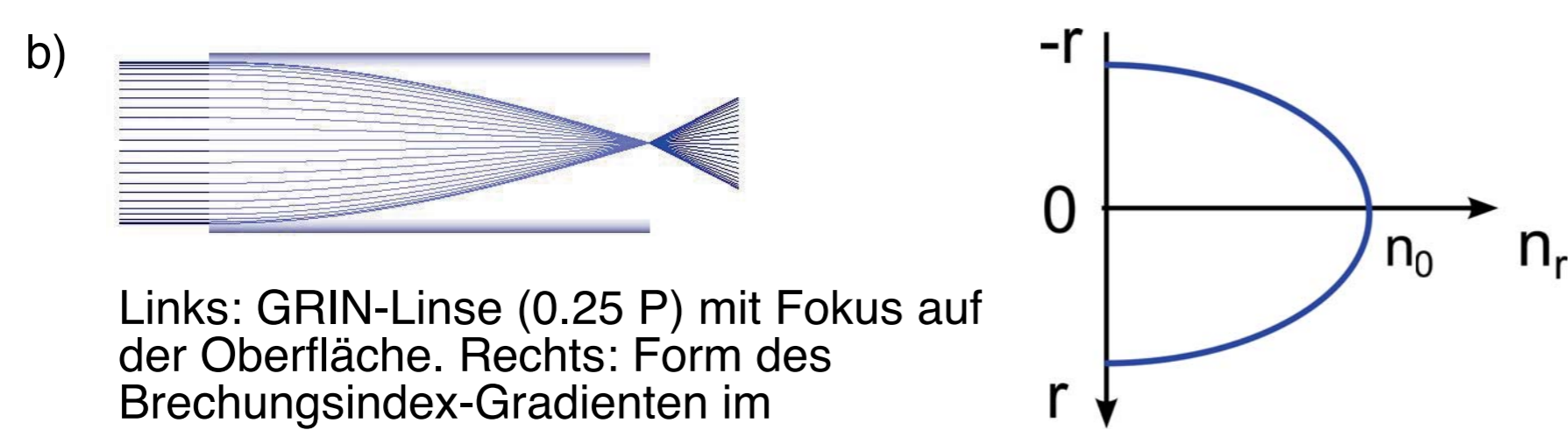
Motivation: Die Kombination einer Gradienten-Index-Linse (GRIN-Linse [1]) mit einem Mikroresonator [2] bildet ein optisches Hybrid-System, das als preisgünstiger, sensitiver und kompakter Brechungsindex-Sensor funktioniert.

Ziel: Ersatz für teure und grosse Labor-Messgeräte. Messen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung.

GRIN-Linsen sind miniaturisierte optische Bauteile, deren Wirkung auf einem Gradienten des Brechungsindex im Linsenmaterial beruht.

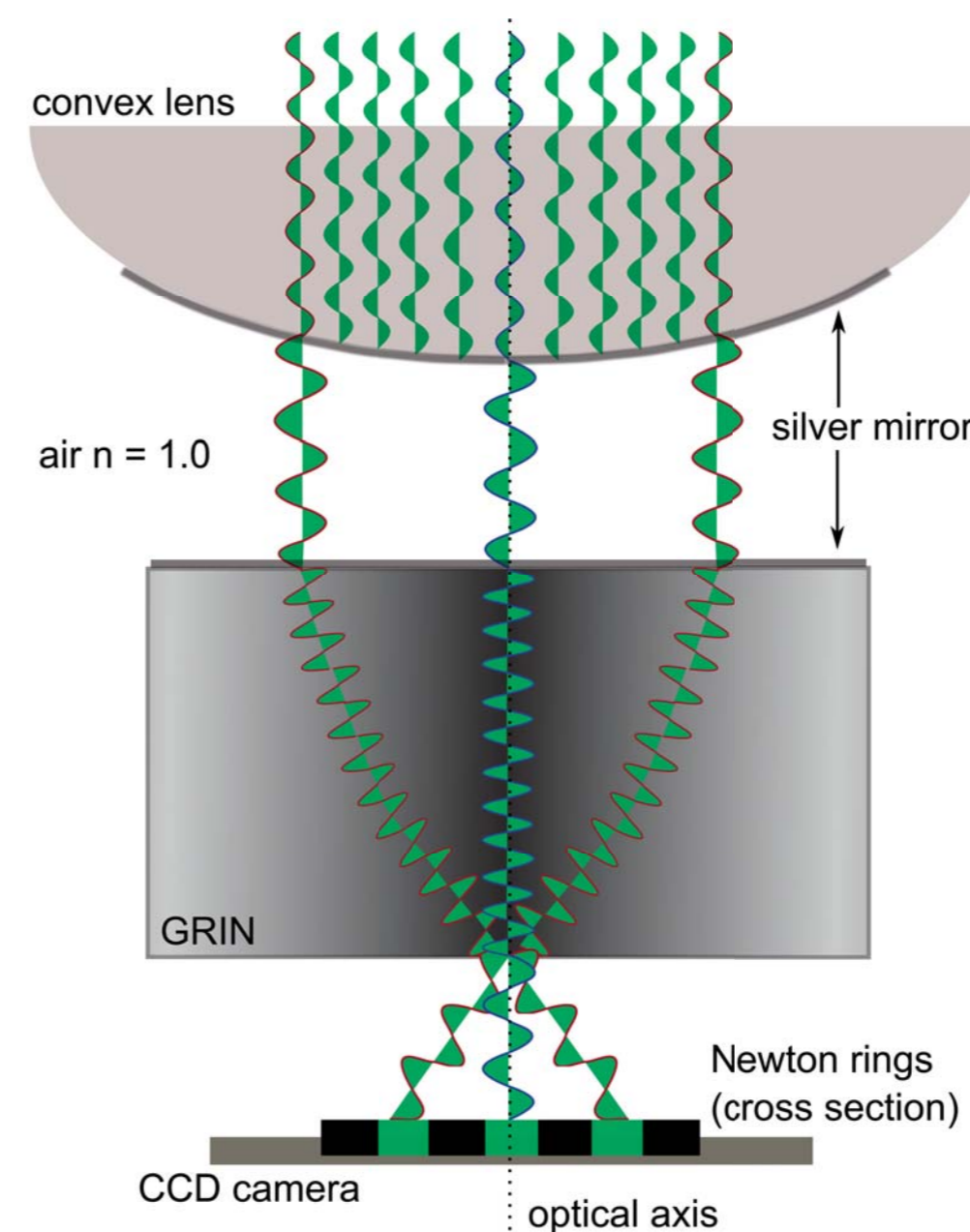


Vergleich zwischen einer GRIN-Linse (0.23 P) links und einer normalen Linse (rechts)



Links: GRIN-Linse (0.25 P) mit Fokus auf der Oberfläche. Rechts: Form des Brechungsindex-Gradienten im Linsenmaterial.

Die Entstehung von Newtonringen in einem GRIN-Mikroresonator

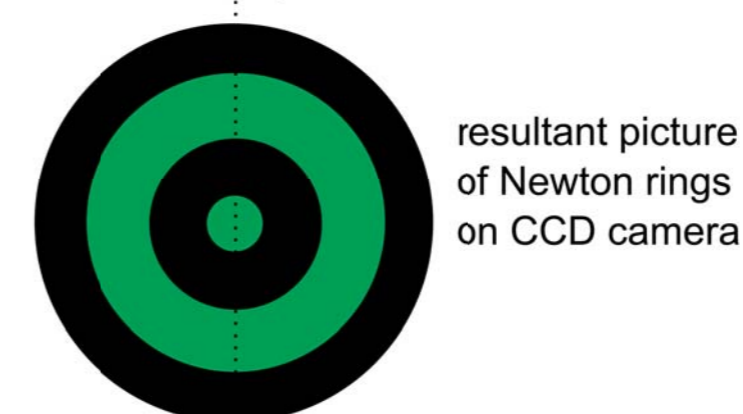


Der Mikroresonator besteht aus zwei entgegengesetzten teiltransparenten Spiegeln mit geringem Abstand.

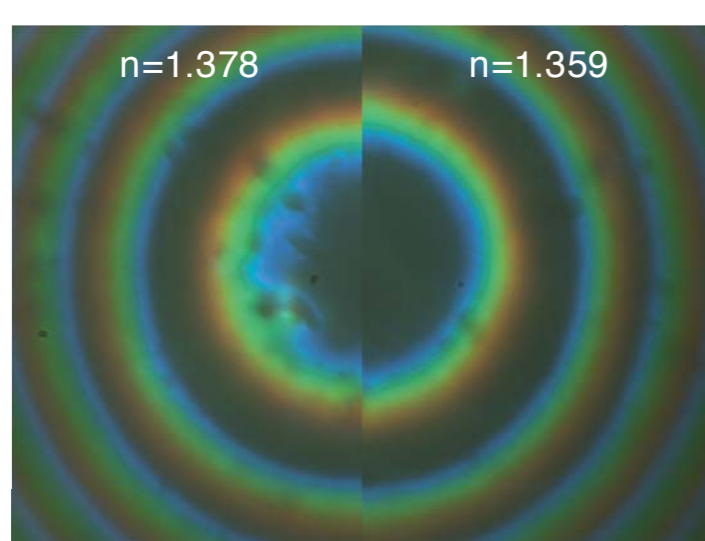
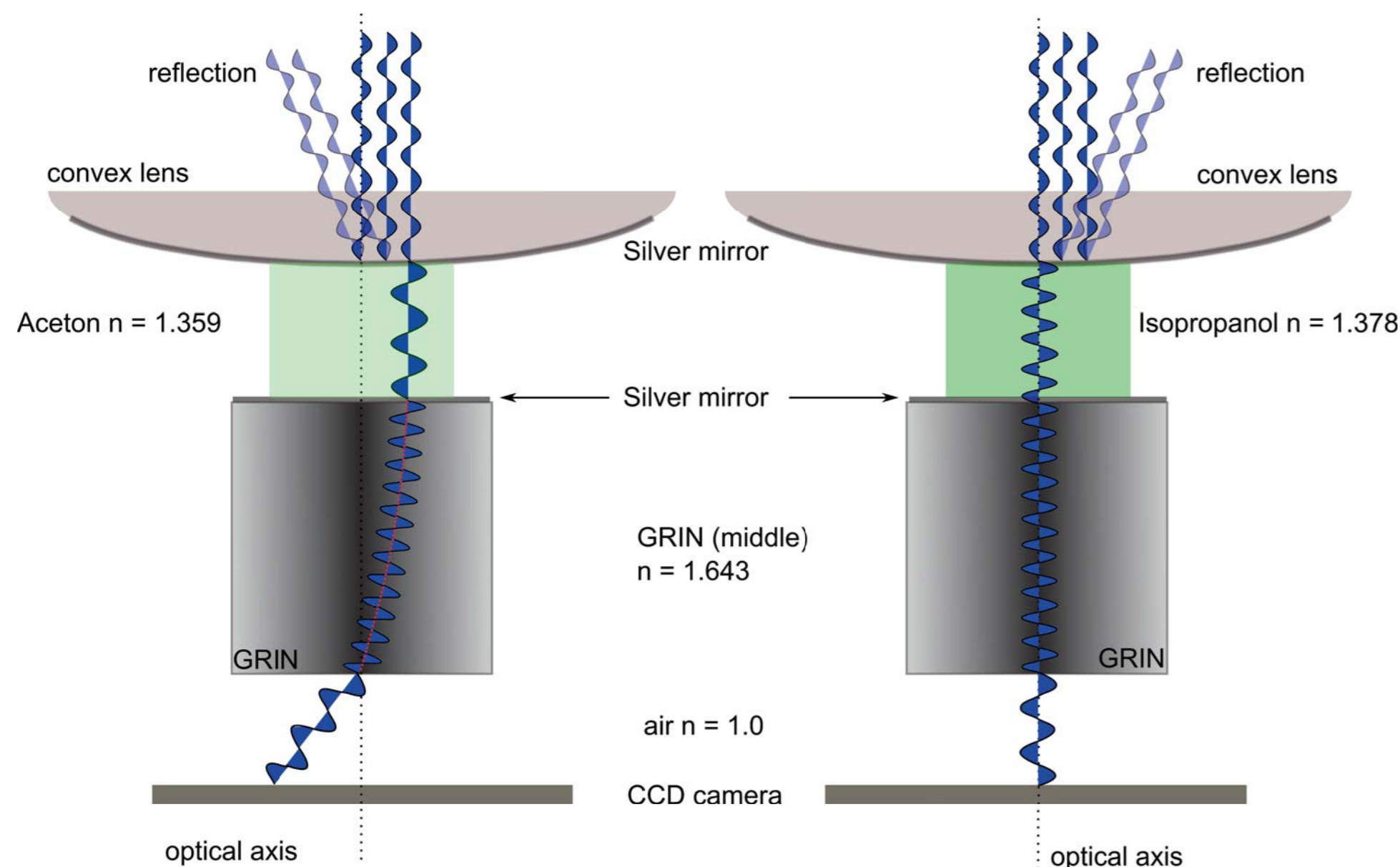
Einfallendes Licht kann nur dann konstruktiv im Hohlraum interferieren, wenn die Resonanzbedingung erfüllt ist.

Eine silberbeschichtete GRIN-Linse und ein gekrümmter Spiegel in geringem Abstand zeigen in Transmission ein spektral wohldefiniertes Newtonring-Muster, abhängig vom Spiegelabstand und dem Brechungsindex im Hohlraum.

Die GRIN-Linse wird auch als abbildende Optik vor der CCD-Kamera verwendet.

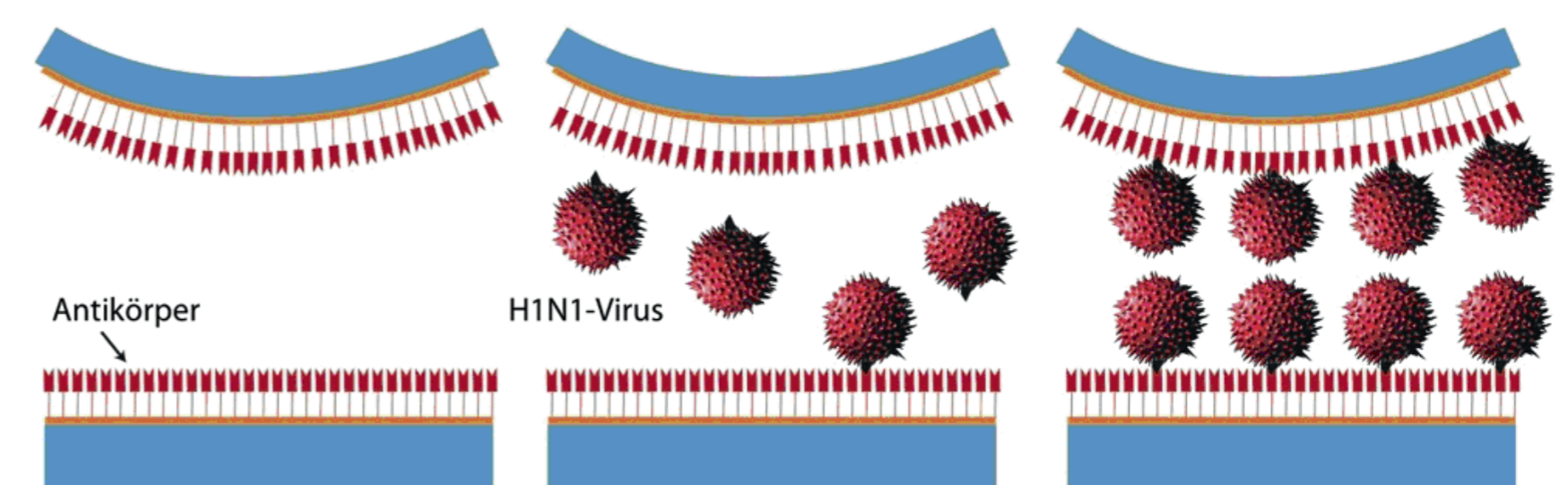


Newtonringe verändern sich in Abhängigkeit vom Dielektrikum



Oben: Erhöhung des Brechungsindex im Hohlraum reduziert den Durchmesser der Newtonringe. Links: Verändertes Newtonring-Muster durch Austausch von Isopropanol (links) als Hohlraum-Medium durch Aceton (rechts) bei konstantem Spiegelabstand. Dies zeigt die Empfindlichkeit des Sensors. Eine Flusszelle um den Resonator ermöglicht den kontinuierlichen Austausch von Flüssigkeiten zwischen den Spiegeln.

Funktionalisieren von GRIN-Linsen mit Antikörpern



Die reflektierenden Schichten der Spiegel können durch eine Antikörper-Schicht ergänzt werden. Dies ermöglicht die spezifische Detektion von Makromolekülen, welche einen Einfluss auf die dielektrischen Eigenschaften des Hohlraumes haben. Die Änderung des Hohlraum-Brechungsindex, verursacht z.B. durch einen spezifischen an einen Antikörper gebundenen Virus, kann direkt von der CCD-Kamera in Zeit und Raum erfasst werden.

References:

- [1] B. Messerschmidt et al., Applied Optics, 34 (34), 7825-7830 (1995).
- [2] K. J. Vahala, Nature, 424 (6950), 839-846 (2003).