
Aufbau von faserbasierten Interferometern für die Quantenkryptografie

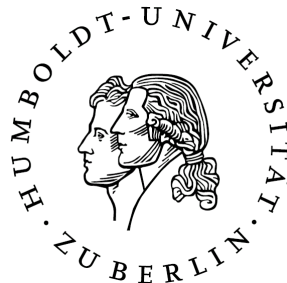
- Gehäuse, Phasenstabilisierung, Fasereinbau -

Masterarbeit
im Studiengang Elektrotechnik und
Informationstechnik
Vertiefungsrichtung Photonik

an der



in Kooperation mit der



vorgelegt von

Björnstjerne Zindler

geboren am 13. November 1966 in Görlitz

eingereicht am 21. November 2011

Erstgutachter: Herr Professor Dr. A. Richter
Zweitgutachter: Herr Professor Dr. O. Benson

Meiner Mutter gewidmet

*03. Juli 1940

+22. September 2010

Berechnung der benötigten Faserlängenänderung und Spannung für eine Phasenverschiebung von $\varphi = \pm\pi$ bei Nutzung eines Piezorohres.

- **Vorbetrachtungen:**

Der Zusammenhang zwischen dem Phasenverschiebungswinkel „ $\Delta\varphi$ “ und der Laufzeitdifferenz „ Δt “ ist:

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot f \cdot \Delta t = 2\pi \cdot \frac{v}{\lambda} \cdot \Delta t = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta t \cdot \frac{c}{n}$$

⇒

$$\Delta t = \frac{\Delta\varphi \cdot \lambda \cdot n}{2\pi \cdot c} = \pm 1 \cdot \frac{\lambda \cdot n}{2 \cdot c}$$

Mit:

$$\Delta\varphi = \pm\pi$$

Der Zusammenhang zwischen Weglänge „ L “ und Laufzeit „ t “ ist gegeben:

$$L = \frac{c}{n} \cdot t$$

⇒

$$\Delta L = \frac{c}{n} \cdot \Delta t$$

Der Wert für „ Δt “ wird eingesetzt:

$$\Delta L = \pm 1 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Für eine Faserdehnung um ein Piezorohr wäre eine Radienänderung nötig von:

$$U = \pi \cdot d = L$$

⇒

$$\frac{\Delta L}{\pi} = \Delta d = \pm 1 \cdot \frac{\lambda}{2\pi}$$

Der Wert für „ Δd “ eines Piezorohres wiederum ist abhängig von der angelegten Spannung:

$$\Delta d(U) = \frac{\Delta d_{\max}}{U_{\max}} \cdot U$$

⇒

$$\frac{\Delta d_{\max}}{U_{\max}} \cdot U = \pm 1 \cdot \frac{\lambda}{2\pi}$$

⇒

$$U = \pm 1 \cdot \frac{U_{\max}}{\Delta d_{\max}} \cdot \frac{\lambda}{2\pi}$$

- **Anwendung:**

Gegeben ist eine 1550nm- Lasereinheit:

$$\Delta L = \pm 1 \cdot \frac{1550 \cdot 10^{-9}}{2} = \pm 775 \text{ nm}$$

⇒

$$\Delta d = \pm 1 \cdot \frac{1550 \cdot 10^{-9}}{2\pi} = \pm 247 \text{ nm}$$

Mit Piezorohr 74x20x4 laut Datenblatt:

$$\Delta d_{\max} = 5 \mu\text{m} \quad \text{bei} \quad U_{\max} = 1000 \text{ V}$$

⇒

$$U = \pm 1 \cdot \frac{1 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1550 \cdot 10^{-9}}{2\pi}$$

⇒

$$U = \pm 49,3 [\text{V}]$$

Führt man eine Windungszahl „N“ der Faser um das Rohr mit ein, gilt letztendlich um einen frei festgelegten Referenzspannungspunkt:

$$U \approx \pm \frac{50}{N} [\text{V}]$$