
Aufbau von faserbasierten Interferometern für die Quantenkryptografie

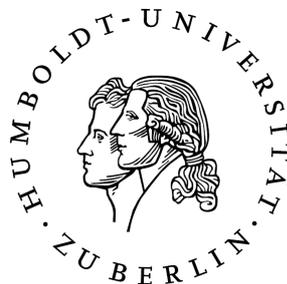
- Gehäuse, Phasenstabilisierung, Fasereinbau -

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 thermischen Trägheit der Interferometerboxen „Alt“ aus vorhandenen Experimentaldaten.

- **Basierend auf:**

- Datenblätter: „Messwerte_5“, „Messwerte_4“, „Messwerte_3“, „Messreihe_1_bis_3“, „Messreihe_4“, „Messreihe_5_bis_7“
- Technische Zeichnung „Unterschale“, technische Zeichnung „Oberschale“

- **Rohdaten:**

Für die weiter Verwendung wurden folgende Daten aus obigen Messwerten/Messreihen als verwendbar extrahiert.

Messzeit jeweils 500s, Messung der Temperatur am Anfang der Messung, zwei Boxen mit identisch thermischen Eigenschaften. Nur Abkühlung wird betrachtet.

#	T
1	39,58
2	38,28
3	35,40
4	34,43
5	48,26
6	46,55
7	48,79
8	46,99

Boxaufbau (aus „Wärmedynamische Betrachtungen der Interferometerbox“):

Volumen gesamt:	0,0058 m ³
Volumen Kupfer:	0,0001092 m ³ + 0,00016756 m ³ = 0,00027676 m ³
Anteil Kupfer:	0,0477 ≅ 4,8 %
Dichte Luft:	1204 kg/m ³
Dichte Kupfer:	8920 kg/m ³
Spezifische Wärmekapazität Luft:	1005 J/(kg·K)
Spezifische Wärmekapazität Kupfer:	381 J/(kg·K)
Wärmestrom:	29 W = 29 J/s

- **Auswertung:**

Experimentell ermittelte thermische Trägheit:

#	T	ΔT
1	39,58	1,30
2	38,28	
3	35,40	0,97
4	34,43	
5	48,26	1,71
6	46,55	
7	48,79	1,80
8	46,99	
\emptyset		$\Delta T = 1,45 \text{ [K]}$

\Rightarrow

$$\nabla T = \frac{\Delta T}{500} = \frac{1,45}{500}$$

\Rightarrow

$$\nabla T = 0,0029 \left[\frac{\text{K}}{\text{s}} \right]$$

Theoretisch ermittelte thermische Trägheit:

$$\nabla T = \frac{Q}{V \cdot (C_{KU} \cdot N_{KU} + C_{LU} \cdot (1 - N_{KU})) \cdot (R_{KU} \cdot N_{KU} + R_{LU} \cdot (1 - N_{KU}))}$$

\Rightarrow

$$\nabla T = \frac{29}{0,0058 \cdot (381 \cdot 0,0477 + 1005 \cdot (1 - 0,0477)) \cdot (8920 \cdot 0,0477 + 1204 \cdot (1 - 0,0477))}$$

\Rightarrow

$$\nabla T = 0,0033 \left[\frac{\text{K}}{\text{s}} \right]$$

- **Zusammenfassung:**

Maximal erlaubte Temperaturabweichung im Innern der Interferometerbox nach „Abschnitt A.3 ‘Herleitungen’ §5, Teilkomplettierung einer Quantenkryptografieeinheit“:

$$\Delta T_{\varphi;MAX} = 0,1[K]$$

Experimentell ermittelte maximale Stabilität der Interferometerboxen:

$$t_{\varphi;MAX} = \frac{\Delta T_{\varphi;MAX}}{\nabla T} = \frac{0,1}{0,0029} = 34,60s$$

⇒

$$t_{\varphi;MAX} \approx 35s$$

Theoretisch ermittelte maximale Stabilität der Interferometerboxen:

$$t_{\varphi;MAX} = \frac{\Delta T_{\varphi;MAX}}{\nabla T} = \frac{0,1}{0,0033} = 30,66s$$

⇒

$$t_{\varphi;MAX} \approx 31s$$

- **Vergleich:**

Der theoretisch und der experimentell ermittelte Wert stimmt überein. Es kann von einer thermischen Stabilität der **alten** Interferometerboxen von mindestens 30s ausgegangen werden.