

---

# Aufbau von faserbasierten Interferometern für die Quantenkryptografie

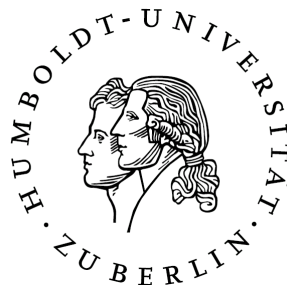
**- Gehäuse, Phasenstabilisierung, Fasereinbau -**

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 <sup>3</sup>
Volumen Kupfer:	0,0001092 m <sup>3</sup> + 0,00016756 m <sup>3</sup> = 0,00027676 m <sup>3</sup>
Anteil Kupfer:	0,0477 $\equiv$ 4,8 %
Dichte Luft:	1204 kg/m <sup>3</sup>
Dichte Kupfer:	8920 kg/m <sup>3</sup>
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	$\Delta T$
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.