

# Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

## Institut für Physik

### Fachgebiet:

Betreuer: Prof. Dr. Stefan Scheel

---

**M. Sc. Julien Pinske**

(e-mail: julienpinske@gmail.com )

### *Quantum Holonomies in Photonic Waveguide Systems*

Die Dissertation untersucht die Implementierung von Quantenholonomien (geometrische Phasen) in Systemen gekoppelter Wellenleiter. Holonomien beschreiben die parallele Verschiebung eines Zustandsvektors entlang eines geschlossenen Pfades. Aufgrund ihrer geometrischen Natur zeigen diese Transformationen eine natürliche Fehlertoleranz und sind vielseitiger einsetzbar als gewöhnliche Quantengatter. Laser-geschriebene Wellenleiter in Quarzglas finden ihre Anwendung in der Erzeugung holonomer Gatter. Die Kopplung zwischen Wellenleitern erlaubt hierbei die Manipulation von mehreren Photonen. Die Rolle dieser Transformationen für die Quanteninformationsverarbeitung wird beleuchtet. Die Ergebnisse einer experimentellen Zusammenarbeit sind in der Arbeit enthalten.

Die Eigenschaften dieser neuartigen Implementierung von Holonomien sind ebenfalls Untersuchungsgegenstand der Arbeit. Das Verhältnis der Holonomie zur Photonenzahl in einem System wird erläutert. Weiterhin entwickle ich einen Formalismus zur photonenzahl-unabhängigen Beschreibung von Holonomien. Dieser basiert auf der Zeitentwicklung bosonischer Moden in einem geometrischen Heisenbergbild. Abschließend finden Holonomien ihre Anwendung in der Manipulation von Graphzuständen. Diese Paradigmen können verwendet werden um eine messbasierte Quantenberechnung des Jones-Polynoms durchzuführen.