

Abstract

Optical fibres made of fused silica are important components of modern commercial communication systems. The same hardware can guide optical quantum states providing the foundation for quantum communication networks. When bright, short optical pulses are used to carry information through the fiber they are affected by the nonlinear Kerr effect. This can change the quantum noise properties significantly and manipulate the performance of the communication channel.

Within this thesis the quantum noise properties of optical pulses propagating through a polarization-maintaining single mode fiber are experimentally and numerically investigated. A robust experimental setup is presented using both well defined polarization axes to produce directly detectable photon number squeezing. Results of numerical simulations of the quantum state evolution of bright optical pulses in fibres which was developed during this thesis are in excellent agreement with measured results. Further a setup including a ring resonator is experimentally investigated in order to enable full quantum state tomography of pulses at the fiber output. The absence of expected squeezing results within the measurement inspired a deep consideration of experimental specialties. Backed by numerical simulations explanation and connections are found and possible solutions are presented.

Zusammenfassung

Optische Glasfasern stellen eine wichtige Komponente für moderne kommerzielle Kommunikationssysteme dar und werden auch im Bereich der Quantenkommunikation als Übertragungsmedium für optische Quantenzustände verwendet. Propagieren helle optische Pulse als Informationsträger durch die Faser, so ist dabei besonders die nichtlineare Wechselwirkung durch den Kerr-Effekt von Bedeutung, da sie einen Einfluss auf die Quantenrauscheigenschaften des Pulses haben kann. Dies hat auch für klassische Informationsübertragung Relevanz, denn auch diese ist ultimativ durch Quantenrauschen limitiert.

In der folgenden Arbeit findet eine experimentelle und numerische Analyse des Quantenrauschens optischer Pulse in polarisationserhaltenden Monomodenglasfasern statt. Dabei wird ein robustes Experiment vorgestellt, mit dem am Faserausgang durch Interferenz von Pulsen aus beiden ausgezeichneten Polarisationsachsen direkt detektierbare Photonenquetschung generiert werden kann. Eine im Rahmen dieser Arbeit entwickelte numerische Simulation der Quantenzustandsevolution heller optischer Pulse in Glasfasern liefert exzellent mit den experimentellen Befunden übereinstimmende Resultate. Weiterhin wird die Quantenzustandstomographie der Pulse am Faserausgang mit einem Ringresonator experimentell untersucht. Eine zu erwartende Detektion von Quetschung konnte dabei nicht registriert werden und die Studie experimenteller Besonderheiten weist im Zusammenspiel mit numerischen Analysen die Ursachen auf. Mögliche Lösungsvorschläge werden dargestellt.