

Dr Michael Scheucher

Single-atom cavity quantum electrodynamics with whispering-gallery modes:

Single-photon nonlinearity and nonreciprocity

Supervisor: Prof. Arno Rauschenbeutel

Abstract:

Für viele Anwendungen im Bereich der Quantentechnologie ist starke Kopplung zwischen Licht und Materie unverzichtbar. Starke Licht-Materie-Wechselwirkung wurde bereits in unterschiedlichen Systemen realisiert, unter anderem auch in optischen Resonatoren. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei neuartige optische Bauelemente demonstriert, welche auf dieser chiralen Wechselwirkung zwischen einzelnen Atomen und einem Flüstergalleriemoden-Resonator basieren.

Das Erste ist ein nichtlinearer Phasenschieber für einzelne Photonen. Dabei nutzen wir die Nichtlinearität eines einzelnen Atoms aus, um den größtmöglichen nichtlinearen Phasenschub von 180 Grad zwischen einzelnen Photonen und Photonenpaaren zu erzeugen. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass dieser Prozess Verschränkung zwischen den beiden, zuvor voneinander unabhängigen, Photonen erzeugt.

Das zweite optische Element ist ein Zirkulator mit vier Eingängen, der Licht von einem Eingang jeweils zum nächsten weiterleitet. Die Funktionsweise des Zirkulators wird durch das Atom gesteuert und kann invertiert werden, indem das Atom in einem anderen Spinzustand präpariert wird. Dies ermöglicht es grundsätzlich, den Zirkulator in einer quantenmechanischen Überlagerung der beiden Richtungen zu betreiben.