

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Physik

Fachgebiet: Experimentalphysik

Betreuer: Prof. Dr. Boris Hage

Milena Gödecke

(milena.goedecke@uni-rostock.de)

Quantum Optical Measurement of Arbitrary Fourth-Order Field Moments via Balanced Homodyne Correlation

Abstract

Balanced homodyne correlation (BHC) allows the measurement of moments of creation and annihilation operators with unequal or equal powers. In contrast to previous homodyne correlation methods a strong local oscillator can be used, increasing signal to noise ratio and giving access to higher order moments. These moments are required in the study of general correlation properties and have applications in nonclassicality criteria. As in previous correlation methods, the detection efficiency only acts as a scaling factor, making BHC particularly suited for scenarios where losses are unavoidable.

In this work we implement balanced homodyne correlation measurements for the first time. Our realisation with eight detectors gives access to field moments up to fourth order. We create the required beam splitter cascade in a stable and compact waveguide chip with femtosecond laser writing, and use a photodiode array to detect the tightly spaced outputs. We verify our set-up with squeezed states and coherent states. The measured correlation moments scale with squeezing strength as theoretically predicted and exhibit the expected loss behaviour. Measurements with coherent states show the correlation moments to be independent of coherent displacement.

Kurzzusammenfassung

Mit der *balancierten Homodynkorrelation* (BHC) können Momente von Vernichtungs- und Erzeugungsoperatoren mit ungleichen oder gleichen Potenzen gemessen werden. Im Unterschied zu vorherigen Homodynkorrelations-Methoden kann ein starker Lokalszillator verwendet werden, wodurch das Signal-zu-Rausch-Verhältnis erhöht wird und höhere Momente zugänglich werden. Diese Momente werden für die Untersuchung allgemeiner Korrelationseigenschaften benötigt und können in Nichtklassizitäts-Kriterien verwendet werden. Wie bei vorherigen Korrelationsmethoden wirkt die Detektionseffizienz nur als Skalierungsfaktor, so dass BHC besonders geeignet ist für Szenarien in denen Verluste unvermeidbar sind.

In dieser Arbeit werden balancierte Homodynkorrelations-Messungen zum ersten Mal realisiert. Mittels unserer Umsetzung mit acht Detektoren können Feldmomente bis zur vierten Ordnung gemessen werden. Die benötigte Strahlteiler-Kaskade wird mit einem Femtosekundenlaser direkt in einen stabilen und kompakten Wellenleiterchip geschrieben. Zur Detektion der acht eng beieinanderliegenden Ausgänge verwenden wir ein Photodioden-Array. Zur Überprüfung unseres Aufbaus verwenden wir gequetschte Zustände und kohärente Zustände. Die gemessenen Korrelationsmomente skalieren mit dem Quetschgrad gemäß der theoretischen Vorhersage und zeigen das erwartete Verlustverhalten. Messungen mit kohärenten Zuständen zeigen, dass die Korrelationsmomente unabhängig von der kohärenten Verschiebung sind.