



## HOCHAUFLÖSENDE QUANTENBILDGEBUNG IM MIR MIT NICHT-DETEKTIERTEN PHOTONEN

### Aufgabenstellung

Bei der Quantenbildgebung werden nicht-klassische Photonen-zustände genutzt, um die Grenzen klassischer Bildgebung zu überwinden. So können wellenlängenverschobene verschränkte Photonenpaare genutzt werden, um die Mess- und Detektionswellenlänge in bildgebenden Verfahren zu trennen und unabhängig voneinander für die jeweilige Messanforderung zu optimieren. Proben in schwer zugänglichen, aber hochinteressanten Spektralbereichen wie dem mittleren Infrarot können untersucht werden, während die Bildinformation im gut detektierbaren sichtbaren Spektralbereich des Lichts erzeugt wird. Ein Verfahren ist hier die »Bildgebung mit nicht-detektierten Photonen«, bei dem die mit der Probe interagierenden Photonen nicht detektiert werden müssen und die Bilderfassung interferometrisch einzig über die verschränkten Partnerphotonen erfolgt.

### Vorgehensweise

Am Fraunhofer ILT wurden im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts QUILT Photonenquellen und Quanteninterferometer entwickelt, die hochauflösende bildgebende Analysen im mittleren Infrarot erlauben. Hierbei konnten Messwellenlängen im Bereich von 1,5 bis größer 4,5  $\mu\text{m}$  demonstriert werden, wobei die Detektionswellenlänge im Bereich um 600–700 nm liegt, bei der Photonen effizient und rauscharm mit kostengünstigen und hochentwickelten Kameras auf Siliziumbasis detektiert werden

können. Für die Erzeugung der Photonenpaare wird ein großaperturiger Lithiumniobat-Kristall eingesetzt, der bei 532 nm gepumpt wird. Durch den Aufbau des Interferometers in einer speziellen Langpasskonfiguration mit breitbandig-beschichteten Optiken kann der gesamte Wellenlängenbereich der Quellen mit einem einzigen Aufbau abgedeckt werden.

### Ergebnis

Durch den Einsatz nicht gepolter, großaperturiger Kristalle können im Vergleich zum Stand der Technik sehr detailreiche Bilder im mittleren Infrarot aufgenommen werden. Die Zahl der auflösbaren Bildpunkte liegt bei einer auflösbaren Strukturgröße von 70  $\mu\text{m}$  und einem Bildfelddurchmesser von mehr als 7 mm bei etwa 12.000 und damit um eine Größenordnung über bisherigen Ergebnissen in diesem Wellenlängenbereich. Hier wird an einer weiteren Verbesserung gearbeitet.

### Anwendungsfelder

Der entwickelte Aufbau bildet die Grundlage für die Untersuchung neuartiger Anwendungen der Quantenbildgebung in den Bereichen Life Sciences und Materialprüfung. Kommerziell relevant kann der Kostenvorteil des Bildsensors und der Betrieb bei Raumtemperatur sein. Die Arbeiten wurden im Rahmen des Leitprojekts QUILT durch die Fraunhofer-Gesellschaft gefördert.

### Ansprechpartner

Florian Elsen M. Sc., DW: -224  
florian.elsen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Bernd Jungbluth, DW: -414  
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

- 2 Aufnahme des Testobjekts mit Messwellenlänge 3,4  $\mu\text{m}$ .
- 3 Transmissionsobjekt für das Quanteninterferometer.