



1

QUILT – QUANTENOPTISCHE TERAHERTZ-MESSUNG

1 *Erste Demonstration von Schichtdickenmessung mittels Quanteninterferenz im Terahertz-Spektralbereich*

2 *Experimenteller Aufbau zur quantenoptischen Schichtdickenmessung im Terahertz-Spektralbereich durch Messen sichtbarer Photonen*

Erfolgreiche und nachhaltige Beiträge zum industriellen Fortschritt sind ohne Grundlagenforschung auch am Fraunhofer ITWM nicht zu leisten. Im Leitprojekt QUILT detektieren wir Terahertz-Wellen auf Basis neuer quantenoptischer Phänomene. Im vergangenen Jahr haben unsere Forschenden durch die Detektion sichtbarer Strahlung erstmals Schichtdicken verschiedener Proben über Quanteninterferenz im Terahertz-Spektralbereich gemessen. Damit wird »Schrödingers Katze« vom Gedankenexperiment zur aufregenden und anwendbaren Realität.

Trotz der stetigen Weiterentwicklung der Terahertz-Technologie in den letzten Jahren ist das Aufnehmen eines Bildes in diesem Spektralbereich weiterhin eine große technische Herausforderung. Im Gegensatz dazu sind gängige Kameras in Smartphones oder PCs hochentwickelt und bieten hohe Auflösung sowie Detektionseffizienz bei moderaten Kosten.

Quantenoptische Messmethode

Mithilfe quantenoptischer Methoden lassen sich die Eigenschaften von Photonen (Lichtteilchen) im Terahertz-Spektralbereich auf leichter zu detektierende sichtbare Photonen übertragen. Diese haben den Vorteil, dass hochentwickelte Detektoren genutzt werden, um die über die Terahertz-Photonen erhaltene Information auszuwerten. Im vorangegangenen Jahr haben wir die Grundlagen für das zu realisierende Messprinzip geschaffen, jetzt konnten wir Quanteninterferenz im Terahertz-Spektralbereich mithilfe sichtbarer Photonen beobachten. Dabei gelang es unseren Forschenden erstmals, die Terahertz-Wellen auch für Experimente an verschiedenen externen Proben zugänglich zu machen.

Erste Realisierung von Schichtdickenmessung

So war es möglich, die Schichtdicke verschiedener Proben mit Terahertz-Wellen durch die Detektion von sichtbarem Licht zu bestimmen. Hierbei handelt es sich weltweit um die ersten Untersuchungen dieser Art. Durch die Proben im Strahlengang ändert sich die optische Weglänge und die beobachtete Interferenz verschiebt sich entsprechend (Abb. 1). Die mit dieser Methode ermittelten Ergebnisse stimmen sehr gut mit den mechanisch gemessenen Dicken überein. Da die verwendeten Proben für die detektierten Photonen im sichtbaren Spektralbereich undurchlässig sind, wird diese Messung auch als »Messung mit undetektierten Photonen« bezeichnet.

Auf diesen Fortschritten aufbauend betreten wir auch zukünftig am ITWM wissenschaftliches Neuland, indem eine bildgebende Kamera im Terahertz-Spektralbereich mit diesem Prinzip realisiert wird.