

# PRESSEINFORMATION

-----  
**PRESSEINFORMATION**17. März 2020 || Seite 1 | 4  
-----

**Forschende des Fraunhofer ITWM und der TU Kaiserslautern demonstrieren erstmals Schichtdickenmessung mittels Terahertz-Quanteninterferenz**  
**Quantenoptische Terahertz-Messung von Schichtdicken**

**Ohne Grundlagenforschung kommen auch die anwendungsorientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft nicht aus; so befasst sich beispielsweise das Leitprojekt QUILT unter anderem mit der Detektion von Terahertz-Wellen auf Basis neuer quantenoptischer Methoden. Über erste Erfolge berichten Forschende des Fraunhofer ITWM und der Technischen Universität Kaiserslautern in der März-Ausgabe der renommierten Fachzeitschrift »Science Advances«.**

QUILT steht für »Quantum Methods for Advanced Imaging Solutions« und bildet für mehrere Fraunhofer-Institute die Grundlage, gemeinsam quantenbasierte Messsysteme in verschiedenen Spektralbereichen (weiter) zu entwickeln.

## **Technisch anspruchsvoller Spektralbereich**

Das Fraunhofer ITWM nutzt die Eigenschaften verschränkter Photonen im noch jungen Forschungsgebiet der Quantensensorik. »Trotz der stetigen Weiterentwicklung der Terahertz-Technologie in den letzten Jahren ist das Aufnehmen eines Bildes in diesem Spektralbereich weiterhin eine große technische Herausforderung«, so der Experimentalphysiker Prof. Georg von Freymann, Leiter der Abteilung Materialcharakterisierung und -prüfung des Fraunhofer ITWM. »Im Gegensatz dazu sind heutzutage selbst Kameras in Smartphones oder PCs hochentwickelt und bieten hohe Auflösung sowie Detektionseffizienz bei moderaten Kosten.«

## **Quantenoptische Messmethode**

Abhilfe kann hier ein neues Messverfahren schaffen: 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 können, um die über die Terahertz-Photonen erhaltene Informationen 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«, sagt Björn Haase, einer der beteiligten Doktoranden. Sein Kollege Mirco Kutas ergänzt: »Es gelang uns hierbei erstmals, die Terahertz-Wellen auch für Experimente an externen Proben zugänglich zu machen.« Dabei profitierten die Experimente auch von der Zuarbeit der theoretischen Physik aus der Abteilung Optimierung. »Die Ergebnisse der Simulationen zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Experiment«, freut sich Dr. Patricia Bickert, die hauptverantwortlich für die theoretische Modellierung ist.

---

**PRESSEINFORMATION**17. März 2020 || Seite 2 | 4

---

### **Erste Realisierung von Schichtdickenmessung**

Damit war es möglich, die Schichtdicke verschiedener Proben (z. B. Teflonplatten mit weniger als 5 mm Dicke), die nur mit den Terahertz-Wellen interagieren, 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. Die mit dieser Methode ermittelten Ergebnisse stimmen sehr gut mit den mechanisch gemessenen Dicken überein. Man bezeichnet diese Messmethode auch als »Messung mit undetektierten Photonen«, da nur die sichtbaren Photonen von der Kamera detektiert werden, während die mit der Probe interagierenden Terahertz-Photonen nicht aufgezeichnet werden.

### **So funktioniert die neue Messmethode**

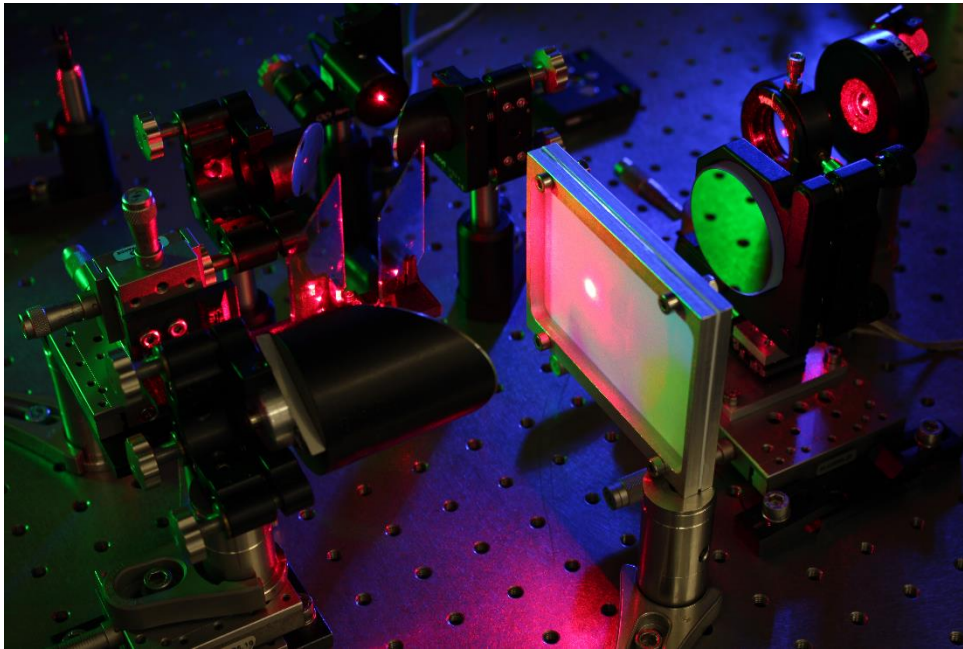
In einem nichtlinearen Kristall werden miteinander korrelierte Photonenpaare erzeugt, die zwischenzeitlich unterschiedliche Wege durchlaufen. Durch eine geschickte nachträgliche Überlagerung dieser Einzelpartner kann man durch das Messen eines der Photonen Informationen über das jeweilig andere erhalten. Da hierbei die Partner eine unterschiedliche Frequenz haben können, ist man in der Lage, sichtbares Licht zu detektieren und damit Informationen zu erhalten, beispielsweise aus dem Terahertz-Bereich. Da es im Terahertz-Bereich bisher nur technisch aufwändige Detektoren gibt, ist dieser Umweg im Hinblick auf bildgebende Verfahren sehr vielversprechend.

Der wissenschaftliche Erfolg der Lauterer Physiker und Physikerinnen bekommt noch ein Sahnehäubchen, denn das von der American Association for the Advancement of Science herausgegebene Journal »Science Advances« genießt eine hohe Reputation und veröffentlicht zudem auch unter Open Access – der Artikel der jungen Forschenden ist also [hier](#) online frei verfügbar.

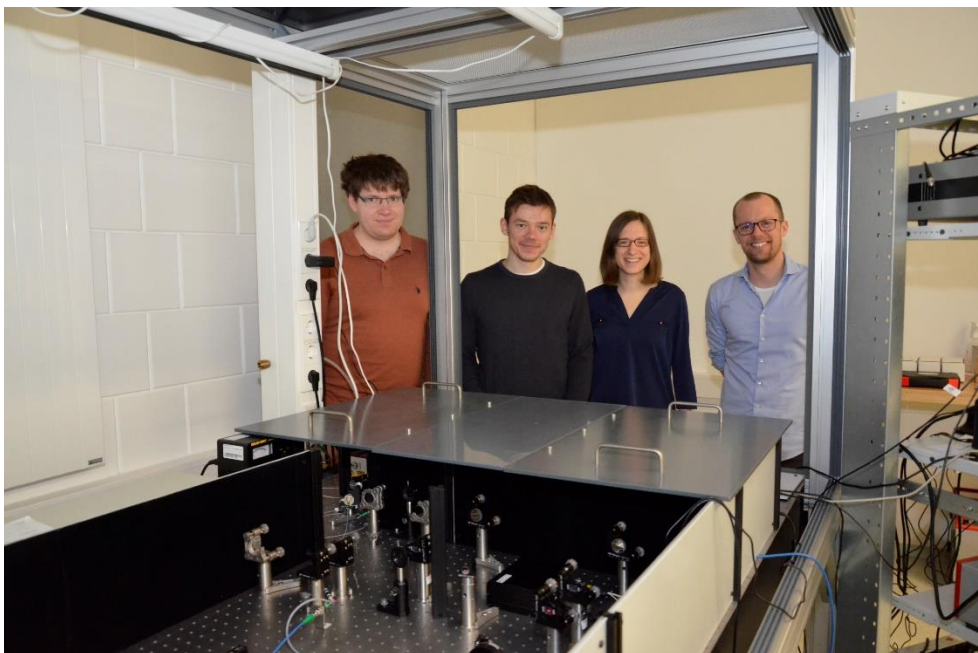
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM

-----  
**PRESSEINFORMATION**

17. März 2020 || Seite 3 | 4  
-----



Experimenteller Aufbau zur quantenoptischen Schichtdickenmessung im Terahertz-Spektralbereich durch Messen sichtbarer Photonen © Fraunhofer ITWM



Björn Haase, Mirco Kutas, Dr. Patricia Bickert und Dr. Daniel Molter gehören zu den Forschenden, die sich mit Terahertz-Quanteninterferenz beschäftigen. © Fraunhofer ITWM

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM**

## Pressekontakt

**Ilka Blauth**

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1

67663 Kaiserslautern

Telefon +49 631 31600-4674

presse@itwm.fraunhofer.de

www.itwm.fraunhofer.de

**PRESEINFORMATION**

17. März 2020 || Seite 4 | 4

**Über das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM**

Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern zählt zu den größten Forschungsinstituten für angewandte Mathematik weltweit. Wir sehen unsere Aufgabe darin, die Mathematik als Schlüsseltechnologie weiterzuentwickeln und innovative Anstöße zu geben. Unser Fokus liegt auf der Umsetzung mathematischer Methoden und Technologie in Anwendungsprojekten und ihre Weiterentwicklung in Forschungsprojekten. Das enge Zusammenspiel mit Partnern aus der Wirtschaft garantiert die hohe Praxisnähe unserer Arbeit.

Deren integrale Bausteine sind Beratung, Umsetzung und Unterstützung bei der Anwendung von Hochleistungsrechnertechnologie und Bereitstellung maßgeschneiderter Software-Lösungen. Unsere verschiedenen Kompetenzen adressieren ein breites Kundenspektrum: Fahrzeugindustrie, Maschinenbau, Textilindustrie, Energie und Finanzwirtschaft. Dieses profitiert auch von unserer guten Vernetzung, beispielsweise im Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation.

**Über die Fraunhofer-Gesellschaft**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen ca. 2,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.