

Projekt

Single Photon Random Sampling Scope (SINPHOSS)

Koordinator:

Dr. Helmut Fedder
Swabian Instruments GmbH
Stammheimer Str. 41
70435 Stuttgart
Tel.: 0711 400 479 0
E-Mail: helmut@swabianinstruments.com

Projektvolumen:

2.046.044 € (64,8 % Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.09.2020 – 31.08.2023

Projektpartner:

- Swabian Instruments GmbH, Stuttgart
- Westfälische Wilhelmsuniversität, Münster

KMU-innovativ: Photonik und Quantentechnologien

Die Photonik zählt mit etwa 140.000 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von über 30 Milliarden Euro zu den wesentlichen Zukunftsfeldern, die die Hightech-Strategie der Bundesregierung adressiert. Forschung, Entwicklung und Qualifizierung nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein, denn Investitionen in Forschung, Entwicklung und Qualifizierung von heute sichern Arbeitsplätze und Lebensstandard in der Zukunft.

Besondere Bedeutung nehmen hier KMU ein, die nicht nur wesentlicher Innovationsmotor sind, sondern auch eine wichtige Nahtstelle für den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft darstellen. Sowohl in etablierten Bereichen der Photonik als auch bei der Umsetzung neuer Schlüsseltechnologien in die betriebliche Praxis hat sich in den letzten Jahren eine neue Szene innovativer Unternehmen herausgebildet, die es zu stärken gilt.

Industrielle Forschungs- und vorwettbewerbliche Entwicklungsvorhaben tragen dazu bei, die Innovationsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland zu stärken. Die KMU sollen insbesondere zu mehr Anstrengungen in der Forschung und Entwicklung angeregt und besser in die Lage versetzt werden, auf Veränderungen rasch zu reagieren und den erforderlichen Wandel aktiv mitzugestalten.

Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben finden breite Anwendung im Maschinen- und Anlagenbau, in der Materialbearbeitung sowie in den Bereichen Automotive, Sicherheitstechnik, Beleuchtung und Medizintechnik.

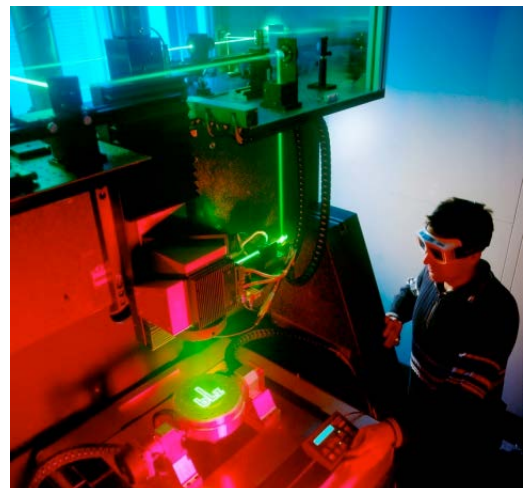


Bild 1: Laserbasierte Erzeugung von Mikrostrukturen mit Hilfe einer 5-Achs-Handhabungseinrichtung
(Quelle: Bayerisches Laserzentrum Erlangen)

Schnelle Lichtsignale für die Kommunikation, Medizin und Materialbearbeitung

Licht ist Träger von Information und Energie. Licht ist gleichzeitig ein Werkzeug naturwissenschaftlicher Forschung und ein Baustein von Hochtechnologien. Schnelle verarbeitete Lichtsignale sorgen dafür, dass wir heute über das Internet Informationen in Echtzeit abrufen können. Kurze Laserpulse ermöglichen hochgenaue automatisierte Fertigung. Sie ermöglichen uns mit einer Genauigkeit von wenigen Mikrometern, also einem Bruchteil der Breite eines Haares, zu Schneiden, zu Schweißen und zu Gravieren. In der Laserchirurgie werden kurze Laserpulse verwendet, um minimalinvasive Operationen an Haut und Augen durchzuführen.

Mit der Verfügbarkeit immer schnellerer optischer Datenkommunikation und immer kürzeren Laserpulsen wächst der Bedarf für eine optische Messtechnik, die es ermöglicht solche schnellen Lichtsignale und ihre Eigenschaften, die für die genannten Anwendungen von kritischer Wichtigkeit sind, mit höchster Zeitauflösung zu messen.

Quantendetektoren messen einzelne Lichtteilchen mit hoher Präzision

Wir entwickeln eine innovative optische Messtechnologie, die sich die hochgenaue Detektion einzelner Lichtteilchen, einzelner Photonen, zunutze macht. Dazu bauen wir neuartige Quantendetektoren. Unsere Einzelphotonendetektoren basieren auf einem hauchdünnen Draht, der bei tiefen Temperaturen supraleitend wird, also keinen messbaren elektrischen Widerstand mehr aufweist. Der supraleitende Zustand ist hochsensibel. Schon ein einzelnes Lichtteilchen hat genug Energie, um den supraleitenden Zustand zu zerstören und ein messbares elektrisches Signal zu erzeugen. Um den Zeitpunkt eines eintreffenden Lichtteilchens sehr genau zu bestimmen, benötigen wir noch eine Elektronik, die in der Lage ist elektrische Signale mit einer Genauigkeit von einigen hundert Femtosekunden zu erfassen. Diese entwickeln wir in Form eines integrierten elektronischen Schaltkreises in modernster Halbleitertechnologie.

Diese Sensitivität auf einzelne Photonen und schnelle Signalverarbeitung ergeben eine Messtechnologie, die in der Lage ist Lichtsignale mit Frequenzen bis zu einem THz zu messen. 1 THz ist etwa das 1000-fache der Betriebsfrequenz der schnellsten heute verfügbaren Computerchips. Der besondere Vorteil unserer Technologie ist, dass sie nicht nur sehr schnell, sondern auch hochsensibel ist. Die schnelle Detektion einzelner Photonen ermöglicht viele neue Anwendungen. Da wir einzelne Lichtteilchen detektieren, können wir auch sehr schwache Lichtsignale bei höchsten Frequenzen vermessen, etwa das schwache Streulicht, das beim Laserschneiden erzeugt wird. Dieses Licht enthält eine Fülle von Informationen über den Schneideprozess. Diese Technologie erlaubt es so zum ersten Mal Prozesse in der Lasermaterialbearbeitung im Detail zu verstehen und feinere, schnellere und besser kontrollierte Verfahren zu entwickeln.

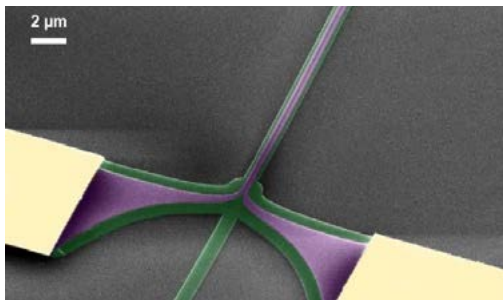


Bild 2: Quantendetektor für die hochgenaue Detektion einzelner Lichtteilchen (Aufnahme mit dem Elektronenmikroskop). Ein hauchdünner supraleitender Draht (violett) ist direkt auf einem Lichtleiter (grün) aufgebracht. Rechts und links ist der Draht über Goldkontakte elektrisch angeschlossen. (Quelle: Universität Münster)

Unsere Messtechnologie ermöglicht Wissenschaftlern in der optischen Datenkommunikation schnelle schaltbare Laser und Lichtmodulatoren zu entwickeln, die Daten mit Bandbreiten weit über den heute verfügbaren 100 Gbit/s übertragen können. Auch schwache Störsignale, die an unsichtbaren Defekten in optischen Glasfaserkabeln entstehen und die Datenübertragung beeinträchtigen, können so detektiert werden. Darüber hinaus sind die entwickelten schnellen Einzelphotonendetektoren und integrierte Elektronik für Anwendungen in der Quantentechnologie von großer Bedeutung. Die Detektion einzelner Photonen mit hoher Zeitauflösung verbessert die Datenrate bei der Quantenkommunikation und beschleunigt Quantenalgorithmen in Quantencomputern, die auf Basis von photonischen Qubits arbeiten.