



## Ultra-sensitiv dank quantenmechanischer Verschränkung

Stuttgarter Physiker gehen weiteren Schritt zu empfindlicheren Sensoren

**Verschränkte Lichtzustände ermöglichen die Erhöhung der Sensitivität in der optischen Interferometrie, einer Messmethode in der Physik. Hierfür benötigt man sogenannte pfadverschränkte Photonenzustände in zeitlich wohl definierten Pulsen. Bisher war die Erzeugung solcher Zustände jedoch nur begrenzt und per Zufall möglich. Physiker der Universität Stuttgart haben nun gezeigt, wie man mit Hilfe eines Halbleiter-Quantenpunktes verschränkte Photonenzustände deterministisch erzeugen und damit die für klassisches Licht geltende universelle Empfindlichkeitsschranke unterbieten kann. Die Arbeit erschien in den Physical Review Letters.\*)**

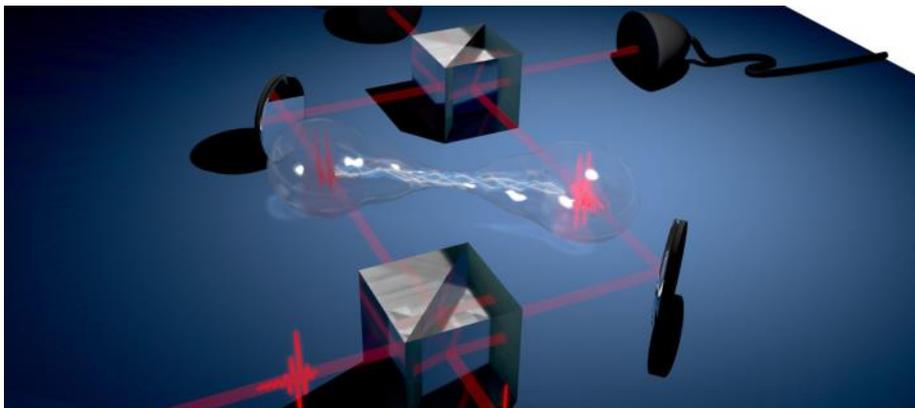
### Hochschulkommunikation

**Leiter Hochschulkommunikation  
und Pressesprecher**  
Dr. Hans-Herwig Geyer

Kontakt  
T 0711 685-82555

**Ansprechpartnerin**  
Andrea Mayer-Grenu

**Kontakt**  
T 0711 685-82176  
F 0711 685-82291  
hkomm@uni-stuttgart.de  
www.uni-stuttgart.de



Zwei einzelne Photonen werden an einem Strahlteiler überlagert und ein sogenannter Zwei-Photonen NOON-Zustand erzeugt. Foto: Universität Stuttgart/IHFG

Viele optische Nachweisverfahren für Biomoleküle oder chemische Substanzen beruhen auf der interferometrischen Messung einer Phase. Die maximal erzielbare Präzision einer solchen Messung hängt von verschiedenen Umständen ab. Nach den Regeln der klassischen Physik gibt es jedoch eine universelle Empfindlichkeitsschranke, das



sogenannte Standard-Quantenlimit, das mit klassischem Licht, zum Beispiel Laserlicht, nicht unterschritten werden kann. Verschränkte Lichtzustände erlauben es, diese klassische Schranke zu unterbieten.

Halbleiter-Quantenpunkte sind für die Erzeugung von verschränkten Lichtzuständen ideal. So lässt sich der Quantenpunkt durch eine regelmäßige Folge von kurzen optischen Pulsen anregen und emittiert dann bei geeigneten Bedingungen nach jedem Puls ein einzelnes Photon. Dadurch entsteht ein regelmäßiger Strom von Einzelphotonen. Jeweils zwei dieser Einzelphotonen können an einem Strahlteiler überlagert werden. Bei dem anschließenden Zwei-Photoneninterferenzprozess entstehen sogenannte NOON-Zustände. In diesen speziellen Lichtzuständen befinden sich die beiden Photonen in einem quantenmechanischen Überlagerungszustand und eignen sich ideal für die interferometrischen Messungen mit erhöhter Phasenauflösung.

Markus Müller und Hüseyin Vural, Doktoranden am Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen der Universität Stuttgart (Leiter Prof. Dr. Peter Michler) ist es nun mit Hilfe eines Halbleiter-Quantenpunktes gelungen, qualitativ hochwertige NOON-Zustände zu erzeugen, die das Standard-Quantenlimit unterbieten können. Photonentransmissions- und Detektionsverluste können jedoch die quantenmechanisch verursachte Verbesserung der Phasenauflösung wieder zunichtemachen. In dem Experiment der Stuttgarter Wissenschaftler war dies zunächst auch noch der Fall. Mit Hilfe von optimierten Halbleiter-Quantenpunktlichtquellen sollten diese Probleme jedoch schon bald gelöst werden können. Dann könnte man mit verschränkten Photonen aus Halbleiter-Quantenpunkten zukünftig einen besseren Sensor aufbauen als mit klassischem (Laser)-Licht.

\*) **Originalpublikation:** M. Müller, H. Vural, C. Schneider, A. Rastelli, O. G. Schmidt, S. Höfling, and P. Michler: "Quantum-Dot Single-Photon Sources for Entanglement Enhanced Interferometry", Phys. Rev. Lett. 118, 257402, [Phys. Rev. Lett. 118, 257402 \(2017\)](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.257402)

**Kontakt:**

Prof. Dr. Peter Michler, Universität Stuttgart, Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen, Tel.:+49 (0)711/685-64660, p.michler@ihfg.uni-stuttgart.de