

## Projekt

### **Polariton lattices: a solid-state platform for quantum simulations of correlated and topological states (InterPOL)**

Koordinator:	Dr. Paulo Ventura Santos Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V. Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin Tel.: +49 30 20377-221 E-Mail: santos@pdi-berlin.de
Projektvolumen:	ca. 290.000 € (BMBF-Förderquote 100%) – deutsche Partner
Projektlaufzeit:	01.06.2018 – 31.03.2022 – deutsche Partner
Projektpartner:	➔ Forschungsverbund Berlin e.V. – Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Berlin Internationale Partner: ➔ University College London, Großbritannien ➔ The University of Sheffield, Großbritannien ➔ University of Oxford, Großbritannien ➔ Centre for Nanoscience and Nanotechnology, Paris, Frankreich ➔ Polish Academy of Sciences, Warschau, Polen ➔ Ben Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

## **QuantERA – Transnationale Förderung für die Quantentechnologien**

Quantentechnologien bringen zahlreiche Chancen für neue Anwendungen in Industrie und Gesellschaft mit sich – in der Informationsübertragung und -verarbeitung, für höchstpräzise Mess- und Abbildungsverfahren oder für die Simulation komplexer Systeme. Szenarien sprechen davon, die Magnetfelder des Gehirns zu vermessen und Alzheimer oder Parkinson besser zu verstehen, den Verkehrsfluss zu optimieren und Staus zu vermeiden oder neue Werkstoffe und Katalysatoren allein auf der Grundlage von Simulationen zu entwickeln. Quantentechnologien schaffen dafür die Basis und haben das Potenzial, heute vorhandene technische Lösungen etwa in der Sensorik oder beim Computing deutlich zu übertreffen.

Die Quantentechnologien besitzen an vielen Stellen das Potenzial, in Anwendungsfeldern und Märkten eine dominante Rolle zu spielen. Allerdings steht das Feld noch am Anfang der Technologieentwicklung. Um Anwendungen zu erschließen bedarf es noch erheblicher Forschungsanstrengungen. Mit der transnationalen ERA-NET Maßnahme QuantERA unterstützt das BMBF zusammen mit Akteuren der anderen Teilnehmerländer und der Europäischen Kommission die Forschung im Bereich der Quantentechnologien.

Perspektivisch betrachtet sind ERA-NET Instrumente für eine bedarfsgerechte und flexible transnationale Förderung als Ergänzung zur rein nationalen Förderung einerseits und zu den europäischen EU-Forschungsrahmenprogrammen andererseits.

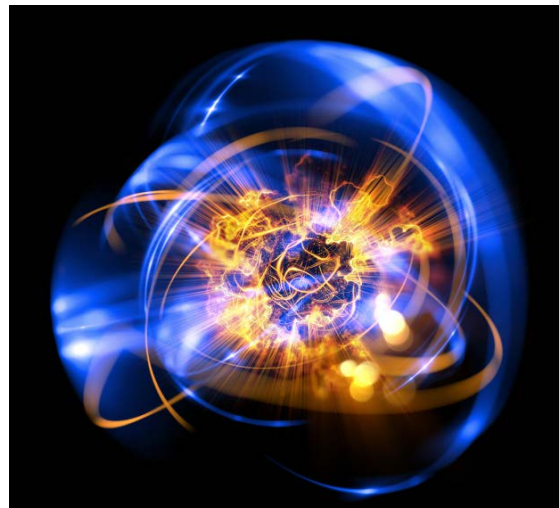


Bild 1: Die Quantentechnologien bilden die wissenschaftliche Basis für eine Vielzahl neuer Anwendungen.  
(Quelle: fotolia ©rybindmitriy)

## Quantensimulationen in Polaritongittern

Bei Quantensimulationen werden Probleme gelöst, indem sie auf ein entsprechendes Quantensystem abgebildet werden. Die Vorgänge im analogen Quantensystem werden im Simulator verfolgt und anschließend auf die Lösung des ursprünglichen Problems zurückgeführt. Durch die intrinsischen Parallelen des Quantensystems können dadurch spezifische Probleme effizient gelöst werden, die selbst mit leistungsfähigen Supercomputern nicht gelöst werden können. Das Ziel des Verbundvorhabens InterPOL ist die Entwicklung einer skalierbaren festkörperbasierten und kompakten Plattform für die Quantensimulation. Solche On-Chip-Plattformen gibt es zurzeit noch nicht. Um die Ziele umsetzen zu können, werden im Vorhaben Gitter von Polaritonen in Halbleiter-Mikrokavitäten erforscht. Polaritonen sind Zustände, die aus der Kopplung zwischen Photonen und elektronischen Zuständen (Exzitonen) in einer Halbleiter-Mikrokavität hervorgehen. Aufgrund des optischen Zugangs sowie der außergewöhnlich hohen optischen Nichtlinearitäten sind Polaritonen geeignete Teilchen zur Erzeugung von stark korrelierten Quantenzuständen. Dadurch können Polaritonen auf den einzelnen Gitterplätzen gezielt erzeugt und nachgewiesen werden sowie die Wechselwirkung zwischen benachbarten Gitterplätzen kontrolliert werden.

## Erforschung unterschiedlicher Herstellungsverfahren von Polaritongittern

Das Teilvorhaben am Paul-Drude-Institut (PDI) befasst sich mit der Herstellung und Erforschung von Polaritongittern in Halbleiter-Mikrokavitäten, die für Quantensimulationen geeignet sind. Es sollen zwei unterschiedliche Herangehensweisen untersucht werden. Zum einen werden statische Gitter untersucht, die mittels eines mehrstufigen Molekular-Strahl-Epitaxie-Prozesses hergestellt werden und über  $\mu\text{m}$  große Strukturen verfügen. Die hergestellten Gitter werden zum Einsperren einzelner Polaritonen genutzt. Zum anderen werden durchstimmbare Gitter untersucht, die durch die Modulation von akustischen Oberflächenwellen („surface acoustic waves“, SAWs) erzeugt werden. Diese Strukturen bilden die Grundlage für die Realisierung des Quantensimulators in Kollaboration mit den Verbundpartnern und sind deswegen von großer Bedeutung für das Verbundprojekt.

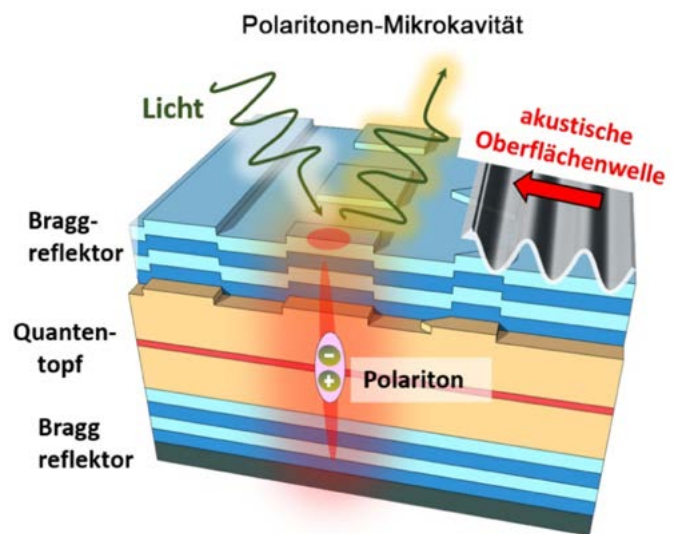


Bild 2: Mittels Molekular-Strahl-Epitaxie hergestellte Polaritongitter für die Quantensimulation. Das Gitterpotenzial wird dynamisch durch eine akustische Oberflächenwelle kontrolliert.

(Quelle: Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik)