

## Projekt

## Organic Quantum Integrated Devices (ORQUID)

Koordinator:

Prof. Dr. Wolfram Pernice  
Universität Münster Schlossplatz 2  
48149 Münster  
Tel.: +49 251 8363-957  
E-Mail: wolfram.pernice@uni-muenster.de

Projektvolumen:

ca. 300.000 € (BMBF-Förderquote 100%) – deutsche Partner

Projektlaufzeit:

01.04.2018 – 31.03.2021 (deutsche Partner)

Projektpartner:

- Westfälische Wilhelms-Universität Münster (WWU)
- Internationale Partner:
- Universiteit Leiden (Niederlande)
- The Institute of Photonic Sciences, Barcelona (Spanien)
- Imperial College, London (Großbritannien)
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris (Frankreich)

## 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.

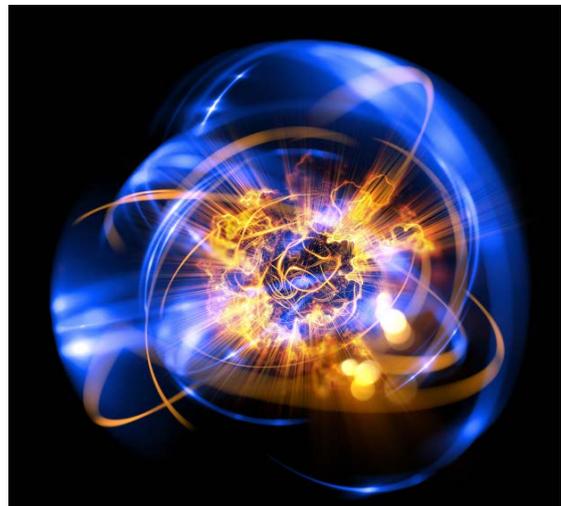


Bild 1: Die Quantentechnologien bilden die wissenschaftliche Basis für eine Vielzahl neuer Anwendungen.  
(Quelle: fotolia ©rybindmitriy)

## Hybride Quantensysteme auf der Basis organischer Emitter

Unsere Gesellschaft ist auf sichere Kommunikationswege, mächtige Rechner und präzise Sensoren angewiesen. Diese Technologien können drastisch verbessert werden wenn darin viele Quantenobjekte koordiniert eingesetzt werden. Dadurch lassen sich Datenmengen physikalisch sicher speichern und verarbeiten, sowie Präzisionsmessungen von Kräften und Feldern durchführen. Einzelne Quanten – Photonen, Elektronen und Phononen – stellen bereits neue Funktionalität bereit. Um solche Quantentechnologien jedoch erfolgreich einsetzen zu können, ist es notwendig einzelne Quantensysteme miteinander zu verbinden – auf skalierbare und effiziente Art und Weise.

Im ORQUID Projekt sollen einzelne organische Moleküle als Schnittstelle zwischen den obigen drei Arten von Quanten verwendet werden. Als erstes Ziel sollen Einzelmoleküle mit Licht in Wellenleitern und Kavitäten interagieren, um einzelne Photonen zu erzeugen und zu detektieren. Als zweites Ziel sollen Einzelmoleküle bewegliche Ladungsträger in nanoelektronischen Schaltkreisen detektieren, um so kohärenten Informationsaustausch zwischen Ladungen und der Umgebung zu erlauben. Als drittes Ziel sollen Moleküle, die in nanomechanische Bauteile und zweidimensionale Materialien eingebettet werden, nanoskalige Kräfte und Auslenkungen messen. Die Entwicklung dieser drei Schnittstellen auf einer gemeinsamen Plattform ermöglicht so hybride Quantensysteme mit hoher Flexibilität.

Das internationale Verbundvorhaben zur Entwicklung hybrider Quantensysteme adressiert die Anforderung des QuantERA Programms interdisziplinäre Forschung mit hohem Potential für die Quantentechnologien in Europa weiter zu entwickeln, um diese somit zu einer weltweiten Schlüsselposition führen zu können.

## Nanophotonische Quantenschaltkreise

An der WWU soll die optische Plattform implementiert werden, welche für die Messung der Hybridsysteme notwendig ist. Skalierbare Methoden der Nanofertigung sollen die simultane Herstellung vieler Komponenten ermöglichen. Dies ist eine zentrale Herausforderung der Quantenphotonik. Welche das Verbundvorhaben angeht. Außerdem sollen im Laufe des Projekts geeignete Geometrien für Einzelphotonenquellen auf Wellenleiterbasis und deren Charakterisierung mittels chipbasierter Komponenten entwickelt werden.

Aufbauend auf der Fertigung geeigneter Chips soll deren Funktionalisierung mit Einzelmolekülen oder 2D Materialien erfolgen. Ein elementarer Baustein des Projekts wird die Herstellung von Arrays von Einzelphotonenquellen darstellen, welche identische Photonen liefern. Diese sollen mit chipbasierten Einzelphotonendetektoren, wie in Abbildung 2 dargestellt, charakterisiert werden. Damit werden alle für die lineare Quantenoptik notwendigen Komponenten auf einem Chip vereint.

Ein hybrider Integrationsansatz erlaubt es im Vergleich zu monolithischen Plattformen individuelle Komponenten separat zu optimieren und zu fertigen. Damit können unterschiedliche Materialien besser aneinander angepasst werden. So sind z.B. für organische Materialien hohe Temperaturen kritisch, für die Herstellung supraleitender Schichten sind sie hingegen notwendig. Durch die hybride Integration kann die Funktionalisierung mit organischen Materialien nach der Herstellung der supraleitenden Schaltkreise erfolgen. Das überwindet eine weitere große Herausforderung der integrierten Quantenoptik.

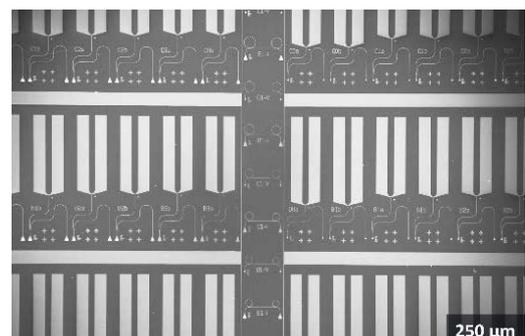


Bild 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Teiles eines nanophotonischen Chips mit Wellenleitern, Ring-Resonatoren und Einzelphotonen-Detektoren. Mehrere Schaltkreise mit unterschiedlichen Parametern werden in einem Fertigungsschritt generiert. Derartige Strukturen sollen im ORQUID Projekt in Folgeschritten funktionalisiert werden. (Quelle WWU)