

## Ionenfallenelektrode mit integrierter Photonendetektion

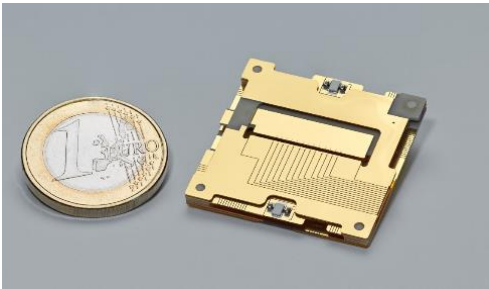


Abb. Optiklockfalle

### Vorteile

- **Erhöhte Integrationsdichte von Ionenfallen**
- **Vereinfachter Aufbau von Ionenfallen**
- **Ortsaufgelöste In-situ-Photodetektion mehrerer Ionen möglich**

### Ansprechpartner:

Robert Schöneweiß  
Technologietransfer  
Telefon: +49 531 592-8301  
Telefax: +49 531 592-69-8301  
E-Mail: [Technologietransfer@ptb.de](mailto:Technologietransfer@ptb.de)

Dr. Sebastian Raupach  
4.54 Laserradiometrie und Quantenradiometrie



Physikalisch-Technische  
Bundesanstalt  
Bundesallee 100  
D-38116 Braunschweig

[www.technologietransfer.ptb.de](http://www.technologietransfer.ptb.de)

Bei der Realisierung von Quantenprozessoren, die Qubits mithilfe von Ionen implementieren, werden Ionenfallen für die Speicherung und Manipulation der Qubits benötigt. Herkömmliche Ionenfallen besitzen Elektroden zur Erzeugung des Fallenpotenzials und separate Komponenten zur Photodetektion. Das neuartige PTB-Konzept führt diese beiden Bestandteile erstmals zu einem integrierten Bauteil zusammen.

Chipbasierte Ionenfallen besitzen eine mikrostrukturierte Fallenarchitektur auf der Oberfläche von Wafern. Mithilfe von Oberflächenelektroden können elektromagnetische Wechselfelder als Fallenpotenzial generiert werden. In der Falle gefangene Ionen können mit Lasern oder Mikrowellen manipuliert werden. Zur Bestimmung des Qubit-Zustands mithilfe der Detektion der Fluoreszenz von in derartigen Ionenfallen gefangenen Ionen existieren derzeit mehrere Verfahren, die allesamt die Integration eines separaten Photodetektors zusätzlich zu den Hardwarekomponenten der Ionenfalle benötigen.

Das neuartige PTB-Konzept führt Oberflächenelektrode und Photodetektor erstmals zu einem integrierten Bauteil für Ionenfallen zusammen. Die Elektrode der Ionenfalle ist hierzu beispielsweise aus einem Supraleiter-Isolator-Supraleiter- oder einem Supraleiter-Normalleiter-Supraleiter-Kontakt (STJ, superconducting tunnel junction) aufgebaut, an den eine Gleichspannung angelegt wird. Ein von der Oberseite eines STJ absorbiertes Photon generiert über die Cooper-Paar-Bildung Elektronen, deren Anzahl proportional zur Energie des absorbierten Photons ist. Die Ladungsträger können als Tunnelstrom detektiert werden. Durch eine zusätzlich angelegte RF-Wechselspannung wird das Fallenpotenzial der Ionenfalle generiert, wodurch der STJ sowohl als Photodetektor als auch als Oberflächenelektrode der Ionenfalle fungiert.

### Wirtschaftliche Bedeutung

Mikrostrukturierte Ionenfallen stellen eine wichtige Komponente im Bereich der Quantentechnologie dar. Weltweit erfährt dieser Bereich eine aufstrebende Dynamik in Forschung und Entwicklung. Die Erfindung bietet durch die erhöhte Integrationsdichte und den vereinfachten Aufbau von Ionenfallen wirtschaftliche Vorteile für Hersteller von Ionenfallen mit dem Einsatz im wissenschaftlichen Sektor und der industriellen Entwicklung sowie perspektivisch als Schlüsselkomponente in Quantencomputern.

### Entwicklungsstand

Für die Erfindung wurde ein deutsches Patent angemeldet. Diese Erfindung befindet sich noch in der Konzeptphase. Es werden Interessenten an der gemeinsamen Entwicklung des Konzepts und anschließender Lizenzierung gesucht