

# PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

26. März 2024 || Seite 1 | 5

## **Mini-Satellit soll Quantenkommunikation ins All bringen** *Projekt CubEniK entwickelt die bisher kleinste Bauweise für Nutzlast zur satellitengestützten Quantenschlüsselverteilung*

*Jena / Würzburg / Potsdam*

**Forschende aus Jena, Würzburg und Potsdam haben erfolgreich ein Design für das bisher kleinste System seiner Art entwickelt, um die hochsichere Kommunikation mit Quanten ins All zu bringen: Unter Leitung des Fraunhofer IOF entwickelte das Projekt CubEniK eine ultrakompakte Nutzlast für einen Satelliten von der Größe eines Schuhkartons, einen sogenannten »CubeSat«. Ziel des Mini-Satelliten ist es, einen sicheren Quantenschlüssel über eine Entfernung von 300 Kilometern zwischen zwei Bodenstationen in Jena und München zu übertragen.**

Wenn Alice und Bob miteinander sprechen, dann hört niemand zu. Kein Lauschen, kein Abhören. Wie das geht? Alice und Bob sind Sende- und Empfangseinheiten. Sie nutzen die sogenannte Quantenschlüsselverteilung (QKD) für absolute Vertraulichkeit. Dabei werden verschränkte Photonen zwischen ihnen verschickt, um einen sicheren (Quanten-)Schlüssel für die Datenverschlüsselung zu erzeugen. Die Übertragung solcher verschränkten Photonenpaare am Boden ist auf verschiedenen Wegen möglich, zum Beispiel über Glasfasernetze. Allerdings ist die maximale Reichweite dieser Netze üblicherweise auf 200 Kilometer beschränkt, denn Quantenschlüssel können innerhalb einer Faser nicht ohne weiteres verstärkt werden. Entsprechend groß ist der Bedarf nach Lösungsansätzen, um auch größere Entfernungen – tendenziell sogar globale Netze – abzudecken. Die Idee: Der Einsatz von Satelliten im All. Doch konventionelle Satelliten sind teuer, groß und damit ressourcenintensiv.

### **Entwicklung einer ultrakompakten Nutzlast für einen »CubeSat«**

Diesem Problem hat sich das Team des Projektes CubEniK angenommen. Unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena hat das Forschungskonsortium eine ultrakompakte Nutzlast für einen Mikro-Satelliten, auch CubeSat genannt, entwickelt. »Unser CubEniK-System kann in einem 16U CubeSat untergebracht werden«, berichtet Erik Beckert, Leiter der Abteilung optomechatronische Komponenten und Systeme am Jenaer Institut. Das heißt konkret: »Mit einer Abmessung von 20 x 20 x 40 Zentimetern des Satelliten, ist das am Fraunhofer IOF designte System das bisher kleinste seiner Art.«

Genau diese kompakte Bauweise ist es, die einen entscheidenden Vorteil für die Quantenkommunikation im Weltraum bietet, denn: Bei der Beförderung von

---

#### **Pressekontakt**

**Desiree Haak** | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Telefon +49 3641 807-803 |  
Albert-Einstein-Straße 7 | 07745 Jena | [www.iof.fraunhofer.de](http://www.iof.fraunhofer.de) | [desiree.haak@iof.fraunhofer.de](mailto:desiree.haak@iof.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF**

Technologie und Mensch ins All zählt jedes Gramm Gewicht – desto kleiner und leichter, umso besser. Das hat den Einsatz von CubeSats beliebt gemacht. CubeSats sind Satelliten aus der Kategorie der Nano- oder Mikrosatelliten. Aufgrund ihrer minimalen Stellfläche werden sie häufig als Sekundärlast auf größeren Startmissionen mitgeführt. Gegenüber dem Start eines zusätzlichen Satelliten, lassen sich Technologien auf diese Weise effizienter und kostengünstiger in den Weltraum befördern. Vor diesem Hintergrund haben die CubEniK-Forschenden es sich zum Ziel gesetzt, die fertige Gesamteinheit zur QKD in kleinstmöglicher Form zu verpacken, sodass sie als Teil einen solchen CubeSats möglichst sparsam in den Weltraum gelangen kann.

Ziel des CubEniK-Systems ist es, während eines einzelnen Satellitenüberflugs in einer niedrigen Erdumlaufbahn einen sicheren Quantenschlüssel mit einer Länge von 256 Bit an zwei, 300 Kilometer voneinander entfernte Bodenstationen in Jena und Oberpfaffenhofen bei München zu verschicken. Die so gesendete Schlüssellänge könnte zukünftig als Hauptschlüssel in Hochsicherheitsmodulen verwendet werden und somit die Datensouveränität in sensiblen Bereichen wie der Finanzindustrie oder in Regierungsbehörden sichern.

**Komponenten und Funktionsweise des CubEniK-Systems**

Neben dem Fraunhofer IOF gehören dem CubEniK-Forschungskonsortium auch zwei Fraunhofer-Ausgründungen – die Quantum Optics Jena GmbH und SPACEOPTIX GmbH – sowie das Zentrum für Telematik aus Würzburg und die DIGOS GmbH aus Potsdam an. Die Forschenden des Fraunhofer IOF haben das optomechanische Design der Nutzlast entwickelt. Neben zwei Teleskopen, die auf einer Standardtechnologie der SPACEOPTIX basieren, besteht das CubEniK-System außerdem aus einer Feinausrichtung (engl.: fine pointing assembly, FPA), einem Faserkoppler und einer Strahlnachführung (engl.: coarse pointing assembly, CPA), die in einem zusätzlich entworfenen Raum in der Teleskopumhüllung untergebracht sind. »Die FPA und CPA dienen dazu, den ausgesandten Strahl auf die Bodenstationen auszurichten und diese Verbindung zu stabilisieren«, erklärt Fraunhofer-Forscher Daniel Heinig, der das Projekt am Institut in der Abteilung Zukunftstechnologien begleitet. »Das Ausrichten dieses Strahls geschieht mithilfe eines piezogesteuerten Tip-Tilt-Spiegels für die präzise Steuerung und durch zwei drehbare Keilprismen, die in der Grobjustierungseinheit verbaut sind und den Strahl um bis zu 11 Grad neigen.« Somit kann sich der Satellit, in dem die Einheit verbaut wird, besonders genau auf die Bodenstationen ausrichten.

Zusätzlich zu den Teleskopen und den Justierungseinheiten nutzt CubEniK eine handtellergroße und raumflugtaugliche Photonenquelle, die ebenfalls am Fraunhofer-Institut in Jena entwickelt wird. Diese muss pro Sekunde viele Millionen verschränkte Photonenpaare erzeugen, um während des Satellitenüberflugs eine sichere Kommunikation zu ermöglichen und den hochsicheren Schlüssel an die Bodenstationen durch die abschwächende Atmosphäre zu übertragen.

---

**PRESSEINFORMATION**26. März 2024 || Seite 2 | 5

---

**FAQ: Fragen und Antworten rundum Quanten(-kommunikation)**

---

**PRESSEINFORMATION**26. März 2024 || Seite 3 | 5

---

*Was sind Quanten überhaupt?*

Die Welt ist eine Quantenwelt. Soll heißen: Alles besteht aus Quanten, sofern wir uns nur hinreichend kleine Systeme anschauen. Denn Quanten sind die kleinsten und unteilbaren Einheiten, die physikalische Wechselwirkungen hervorrufen. Auch Photonen, also Lichtteilchen, sind demnach winzige Quantenobjekte.

Diese Quantenobjekte besitzen faszinierende Eigenschaften, die sich Forschende bei der Entwicklung von modernsten Quantentechnologien zu Nutze machen. Eine besondere Eigenschaft ist dabei die Verschränkung von Quantenobjekten. Verschränkung bedeutet hier, dass Paare miteinander verschränkter Teilchen (z. B. Photonen) erzeugt werden. Ein jedes Teilchen weiß dabei stets um den exakten Zustand seines »Zwillings« – selbst dann, wenn dieser weit entfernt ist.

*Wie können wir mithilfe von Quanten unsere Daten bzw. Kommunikation schützen?*

Unsere moderne Welt ist hochvernetzt und deswegen in besonderem Maße anfällig für Cyberangriffe. Attacken z. B. auf kritische Infrastrukturen wie etwa Atomkraftwerke können dabei nicht nur sensible Daten, sondern potenziell Leben gefährden. Derzeit werden unsere Kommunikationssysteme mit kryptografischen Algorithmen verschlüsselt, die auf der Lösung bestimmter numerischer Probleme basieren. Das zu erwartende Aufkommen des Quantencomputers – d. h. Hochleistungsrechner der nächsten Generation, die Rechenaufgaben, für die konventionelle Rechner mehrere Jahre brauchen würden, binnen Sekunden lösen können – sowie mögliche Durchbrüche in der Mathematik gefährden die Sicherheit dieser Methode jedoch nachhaltig. Aus diesem Grund bedarf es neuer Ansätze, um schon heute die langfristige Sicherheit unserer Daten sicherzustellen.

*Und was sind in diesem Zusammenhang Quantenschlüssel bzw. ein Quantenschlüsselaustausch (QKD)?*

Die Kommunikation mithilfe von Quanten verspricht ein völlig neues Maß an Sicherheit. Im Gegenzug zu konventionellen Kryptografie-Verfahren basiert die Quantenkryptografie auf physikalischen Prinzipien. Die technologische Grundlage dafür ist der sogenannte Quantenschlüsselaustausch, auf Englisch »Quantum Key Distribution«, kurz: QKD. Die QKD ermöglicht die gemeinsame Nutzung von Zufallsschlüsseln zwischen legitimen Nutzern, indem sie besondere Sicherheit auf der

---

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF**

Grundlage der Gesetze der Quantenmechanik und nicht auf der Rechenleistung eines Gegners garantiert.

-----  
**PRESSEINFORMATION**

26. März 2024 || Seite 4 | 5  
-----

**Über das Fraunhofer IOF**

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena betreibt anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Photonik und entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Das Leistungsangebot des Instituts umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom opto-mechanischen und opto-elektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Am Fraunhofer IOF erarbeiten knapp 500 Mitarbeitende das jährliche Forschungsvolumen von 40 Millionen Euro.

Weitere Informationen über das Fraunhofer IOF finden Sie unter:

[www.iof.fraunhofer.de/](http://www.iof.fraunhofer.de/)

**Wissenschaftlicher Kontakt**

Dr. Erik Beckert  
Fraunhofer IOF  
Abteilungsleiter Opto-mechatronische Komponenten und Systeme

Telefon: +49 (0) 3641 807-338  
Mail: [erik.beckert@iof.fraunhofer.de](mailto:erik.beckert@iof.fraunhofer.de)

Daniel Heinig  
Fraunhofer IOF  
Abteilung Emerging Technologies

Telefon: +49 (0) 3641 807-329  
Mail: [daniel.heinig@iof.fraunhofer.de](mailto:daniel.heinig@iof.fraunhofer.de)

---

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

## Pressebilder

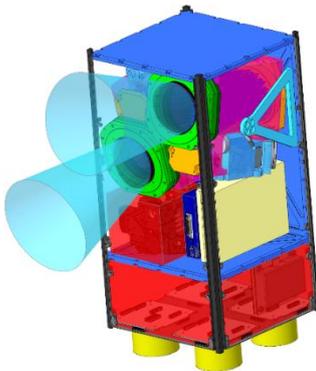
Folgendes Bildmaterial finden Sie im Pressebereich des Fraunhofer IOF unter <https://www.iof.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen.html> zum Download.

-----  
**PRESSEINFORMATION**

26. März 2024 || Seite 5 | 5  
-----



Visualisierung eines CubeSat mit einer Quantenschlüsselübertragung zwischen Jena und München. © Fraunhofer IOF



Nutzlastdesign für einen 16U CubeSat.  
© Fraunhofer IOF



Laborsetup zum Test von CPA und FPA. ©  
Fraunhofer IOF