

Kryptographie der Zukunft: DLR Technologie ermöglicht Quantenschlüsselübertragung von Luft zu Boden

Dienstag, 2. April 2013

Neue Wege in der Kryptographie eröffnet ein erfolgreiches Experiment des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) gemeinsam mit der Ludwigs-Maximilian-Universität (LMU) München. So ist es den Wissenschaftlern weltweit erstmalig gelungen, einen sogenannten "Quantenschlüssel" mit einem sich schnell bewegenden Objekt zu übertragen. Per Laserstrahl wurden die Quantendaten von einem Flugzeug zu einer Bodenstation gesendet.

Der Schlüsselaustausch auf Basis der Quantenmechanik gilt als absolut abhörsicher. Zur Verschlüsselung werden die quantenmechanischen Zustände einzelner Lichtteilchen genutzt. Jedes Abhören stört das Verhalten der Teilchen und kann dadurch sofort bemerkt werden. Bisher ist die Quantenkryptographie jedoch nur beschränkt im Einsatz – die Übertragung der Daten erfolgt in der Regel über Glasfaser, so dass Distanzen nur beschränkt überbrückt werden können. Das aktuelle Flugexperiment beweist nun, dass die Verschlüsselungstechnik auch für schnell bewegliche Objekte nutzbar ist und in bestehende optische Kommunikationssysteme integriert werden kann. Künftig könnten Quantendaten somit auch mittels Satelliten weltweit übertragen werden.

Einzigartiges Experiment

Das Experiment zur Quantenschlüsselübertragung fand in Oberpfaffenhofen statt, unter Nutzung der optischen Bodenstation des DLR-Instituts für Kommunikation und Navigation und des DLR-Forschungsflugzeugs Do 228-212. So war das DLR auch für die Flugzertifizierung und Kampagnenplanung verantwortlich. Für das Experiment wurde in dem Flugzeug ein Lasersystem installiert, das einen Sender für die Datenkommunikation mit einem zweiten Sender für die Quantenkryptographie kombiniert. Das vom Flugzeug gesendete Laserlicht wurde von der Bodenstation empfangen, mit speziell entwickelten Messgeräten aufgenommen und analysiert. Die Auswertungen im Detail sind aktuell im "Nature Photonics"-Journal veröffentlicht.

Die besondere Herausforderung des Experiments lag darin, die Lichtsignale zielgenau auf das Teleskop der Bodenstation auszurichten. So gelang es den Wissenschaftlern während des Fluges eine Zielgenauigkeit von Tausendstel Grad zu erreichen: "Wir wussten nicht, wie gut das klappen würde, es hatte zuvor ja noch keiner geschafft. Dann aber konnten wir einen absolut stabilen Empfang mit gutem Tracking herstellen, sogar über mehrere Minuten – das zu erleben, war großartig", berichtet Florian Moll vom DLR-Institut für Kommunikation und Navigation.



Video: Quantenschlüsselübertragung in Oberpfaffenhofen (englisch)

Eigenentwickelte Lasersysteme

Der vom DLR entwickelte Kommunikationslaser ist aus Vorgängerprojekten bereits bewährt und besteht aus zwei Einheiten: Außen, am Rumpf der Dornier Do 228-212 befindet sich die Grobausrichte-Einheit. Der sich drehende Linsenspiegel wird durch eine kleine Glaskuppel geschützt. Ergänzend hinzu kommt die Feinausrichte-Einheit im Innenraum des Flugzeugs. Eine ausgeklügelte Sensorik und sehr schnell arbeitende Spiegel sorgen dafür, dass Vibrationen des Flugzeugs bis zu einem Frequenzbereich von 100 Hertz ausgeglichen werden. Nur so kann der Laserstrahl hochgenau ausgerichtet werden. Zusätzlich wird der Sender auch für das optische Tracking, also für die automatische Verfolgung des Flugzeugs eingesetzt. In dem Experiment zur Quantenschlüsselübertragung wurde mit dem Kommunikationslaser außerdem ein Referenzsignal übermittelt, das die Synchronisation zwischen Flugzeug und Bodenstation ermöglichte.

Der Laser für die Quantenkryptografie wurde von einer Arbeitsgruppe um den LMU-Physiker Professor Harald Weinfurter eigens für dieses Experiment entwickelt. Mittels dieses Systems ist es möglich, extrem schwache Laserpulse zu erzeugen und somit die Quanteneigenschaften einzelner Lichtteilchen auszunutzen. Dies bildet die Voraussetzung für die Anwendung der abhörsicheren Verschlüsselungstechnik. Für das Experiment konnte die Laserquelle erfolgreich in das Lasersystem des DLR integriert werden, besondere Anforderungen waren nicht notwendig. "Das zeigt, dass die Quantenkryptografie ein Add-On für bestehende Systeme sein kann", so Sebastian Nauerth von der LMU.

Schritt in die Zukunft

Abhörsicherheit beim Schlüsselaustausch – heute von Luft zu Boden, morgen vom All in die ganze Welt. Die aktuellen Ergebnisse eröffnen in der Quantenkryptographie neue Wege. Denn die Bedingungen des Flugexperiments sowie die Winkelgeschwindigkeit des Flugzeugs waren vergleichbar mit der Kommunikation via Satellit. Die Wissenschaftler werden die gewonnenen Erkenntnisse in neue Forschungsarbeiten und Weiterentwicklungen einfließen lassen. Für Moll und seine Kollegen ist das Ziel gesteckt: "Wir wollen unsere Technologie auch für Satelliten einsatzfähig machen, klar".

Kontakte

Bernadette Jung

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Politikbeziehungen und Kommunikation: Oberpfaffenhofen, Weilheim, Augsburg

Tel.: +49 8153 28-2251

Fax: +49 8153 28-1243
Bernadette.Jung@dlr.de

Florian Moll
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
DLR-Institut für Kommunikation und Navigation
Tel.: +49 8153 28-2876
Florian.Moll@dlr.de

Dr.rer.nat. Monika Krautstrunk
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Flugbetriebe, Flugabteilung Oberpfaffenhofen
Tel.: +49 8153 28-2986
Fax: +49 8153 28-1347
monika.krautstrunk@dlr.de

Außenbau des Laserterminals an der Do228-212



Am Rumpf des DLR-Forschungsflugzeugs Do228-212 ist der Außenbau des Laserterminals festgeschraubt.

Quelle: DLR.

"Ready for flight"



Das DLR-Forschungsflugzeug Do228-212 vor dem Hangar des DLR-Flugbetriebs in Oberpfaffenhofen.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

Optische Bodenstation im Einsatz



Das Experiment zur Quantenschlüsselübertragung fand in Oberpfaffenhofen statt, unter Nutzung der optischen Bodenstation des DLR-Instituts für Kommunikation und Navigation und des DLR-Forschungsflugzeug Do 228-212. Das vom Flugzeug gesendete Laserlicht wurde von der Bodenstation empfangen, mit speziell entwickelten Messgeräten aufgenommen und analysiert.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

DLR-Forschungsflugzeug Do228-212 im Flug mit rotem Testlaser



Bei dem Experiment zur Quantenschlüsselübertragung war das DLR auch für die Flugertifizierung und Kampagnenplanung verantwortlich.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.