

Quantum Key Distribution Testbeds

Eine aktuelle Übersicht

von: Felix Trunk, Jasmin Neumann, Susanne Naegele-Jackson

Inhalt

Einführung.....	2
Deutschland	3
DemoQuanDT	4
Free-Space Link Jena.....	5
Jena-Erfurt Fiber Link/Q-net-Q	6
Munich Quantum Network (MuQuaNet)	7
Niedersachsen Quantum Link.....	8
OpenQKD Testbed Berlin/Berlin Quantum Communication Testbed	9
QUBE/QUBE II	10
Europa	11
EAGLE-1	12
England: Kommerzielles QMAN in London.....	13
England: UKQN	14
Griechenland: HellasQCI	15
Irland: IrelandQCI.....	16
Italien: QUID	17
Italien, Slovenien und Kroatien: Inter-Europa QKD bei G20 Konferenz.....	18
Niederlande: Kommerzielles Hafen Rotterdam QKD Netzwerk	19
Niederlande: LUQCIA/QCINed	20
Österreich: QCICAT	21
Polen: NLPQT/PIONIER-Q	22
Polen und Tschechien: Teschen – Ostrau - Verbindung	23
Spanien: MadQCI	24
Tschechien: CZQCI	25
International	26
Amerika.....	27
Kommerzielle Netzwerke:	27
Testbeds:	28
China: Nationales QKD Netzwerk	30
Indien: National Quantum Mission.....	31
Japan: Tokyo QKD Network	32
Singapur: Nationales kommerzielles QKD Netzwerk: NQSN	33
Südkorea: Kommerzielles QKD Netzwerk	34

Einführung

Bevor eine neue Technologie im großen Maßstab kommerziell eingesetzt werden kann, müssen einige praktische Erfahrungen gesammelt werden. Dies geschieht üblicherweise in Testumgebungen (englisch *Testbeds*), wo (möglichst) kommerzielle Hardware unter realistischen Bedingungen angewandt wird.

Wie in der vorherigen WiN-Labor Recherche **PQC versus QKD** beschrieben, befindet sich die Quantum Key Distribution (QKD) zwischen Labor und kommerzieller Nutzung. Während bereits kommerzielle Geräte verfügbar sind, gibt es auch noch einige offene Fragestellungen. Daher werden weltweit Testbeds aufgebaut, um praktische Erfahrungen für den kommerziellen Betrieb zu sammeln.

In diesem Dokument wird eine Übersicht über Testbeds im Zeitraum 2020 bis Anfang 2024 gegeben. Hierbei handelt es sich nicht um kontrollierte Laborexperimente, sondern um QKD Realisierungen zwischen Feldexperiment und kommerziellem Netzwerk. Nach Möglichkeit werden Netzwerkaufbauten mit kommerziellen Geräten, langer Versuchsdauer und starker Anwendungsnahe beschrieben. Im Fokus stehen die verwendeten Technologien und Netzwerktopologien, die angestrebten Ziele, die beteiligten Akteure und der aktuelle Status (aktiv/in Aufbau oder Planung). Während für Deutschland möglichst alle aktuell laufenden Projekte betrachtet wurden, konnten auf europäischer und insbesondere globaler Ebene nur ausgewählte Projekte betrachtet werden. Es handelt sich um ein sehr dynamisches Feld, in dem es quasi unmöglich ist alle Aspekte zu berücksichtigen.

Vergleichbare Dokumente die ausgewählte Testbeds bis 2019 bzw. 2022 beschreiben sind: [Quantum key distribution in-field implementations](#) herausgegeben von der Europäischen Kommission und [Recent Progress in Quantum Key Distribution Network Deployments and Standards](#) von M. Stanley et al..

Deutschland

In Deutschland herrscht rege Tätigkeit in der (Grundlagen)forschung an QKD. Beispiele dafür sind Forschungsprojekte in den Fraunhofer bzw. Max Planck Gesellschaften aber auch an diversen Universitäten und Fachhochschulen. Allerdings liegen verglichen dazu eher wenige Kommerzialisierungen in Form von Start-Ups vor, und obwohl es mehrere kleine, unabhängige Testbeds gibt, liegt ein Rückstand im Vergleich zu anderen Ländern wie England, Italien oder China vor.

Deutschland war bzw. ist an verschiedenen europäischen QKD Projekten wie z.B. *OpenQKD* oder *EuroQCI* beteiligt und es gibt auch nationale Projekte wie z.B. [QuNET](#).

Ergänzend zu der nachfolgenden Übersicht über Testbeds in Deutschland stellt auch die [Homepage des Schirmprojektes Quantenkommunikation Deutschland \(SQuaD\)](#) einen guten Anlaufpunkt zu Informationen in diesem Bereich dar.

DemoQuanDT

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindung mit 18 Trusted Nodes zwischen Berlin und Bonn (ca. 600 km); vermutlich CV QKD (*KEEQuant*)

Ziele:

- Erforschung, Entwicklung und Demonstration eines sicheren und netzübergreifenden QKD-Netzwerkmanagements
- Aufbau eines Referenzlabors für vorbereitende Tests zu Netzverträglichkeit eines QKD-Geräts und Schnittstellenkompatibilität
- Aufbau einer Quantenkommunikationsteststrecke mit Glasfaserinfrastruktur die bestehendem Telekommunikationsnetz stark ähnelt
- Demonstration der gesamten Informationsverarbeitungskette von Hardware bis Anwendung
- Erprobung der Widerstandsfähigkeit des QKD-Netzes im Fehlerfall

Status:

Testbed aktiv (Stand: Zeitplan in [0]), Projektlaufzeit: 01/2022 - 12/2024

Beteiligte:

ADVA Network Security GmbH, Deutsche Telekom Technik GmbH, Hochschule Darmstadt, KEEQuant GmbH, Rohde & Schwarz Cybersecurity GmbH, Technische Universität Darmstadt

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)**Weiterführende Informationen und Paper:**

- [Präsentationsfolien 2023-11-07](#)
- [Übersichtsposter 2023-06-05](#)
- [0] [Präsentationsfolien 2022](#)

Free-Space Link Jena

Beschreibung:

Freiraum QKD Verbindung in Jena (ca. 1.7 km) mit kompakten Endgeräten; EB QKD (*Quantum Optics Jena*)

Ziele:

- Demonstration einer quantengesicherten Videokonferenz
- Freiraum QKD bei Tageslicht
- Heterogene Teststrecke: Kopplung Freiraum mit Glasfaser (z.B. *Jena-Erfurt Fiber Link*)
- Entwicklung effizienterer und kostengünstigerer Hardware

Status:

wiederholt Feldexperimente, Projektlaufzeit (*QuNet*): 10/2019 – 12/2026

Beteiligte:

Abbe Center of Photonics, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik HHI, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Quantum Optics Jena GmbH; Teil von QuNET

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung zu erfolgreichem Feldexperiment 2023-07-28](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreichem Feldexperiment 2022-11-23](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreicher Demonstration 2021-08-10](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper mit Details zu Free-Space Link Jena Feldexperiment 09/2023](#)
- [Paper mit Details zur verwendeter Technologie 06/2021](#)

Jena-Erfurt Fiber Link/Q-net-Q

Beschreibung:

Erweiterung bestehender langreichweitiger QKD Verbindung zwischen Jena und Erfurt (ca. 75 km) um zusätzliche Verbindungen nach Nordhausen, Sundhausen und Universitätskrankenhaus Jena (insgesamt ca. 150 km), und Plan für Anschluss über Trusted Nodes an Berlin (>240 km) und Frankfurt am Main (>195 km); vermutlich EB QKD (*Quantum Optics Jena*)

Ziele:

- Feldtest von *Quantum Optics Jena GmbH* QKD System in bestehenden Glasfasern (*Jena-Erfurt Fiber Link*)
- Integration von QKD in bestehende Systeme der Informations- und Kommunikationstechnologie und Nutzbarmachung für verschiedene Anwendungsfelder (*Q-net-Q*)
- Test der Anwendungspotentiale für telemedizinische Software (*Q-net-Q*)

Status:

Feldexperimente auf Jena-Erfurt Fiber Link, Netzwerkerweiterung noch im Aufbau, Projektlaufzeit (*Q-net-Q*): 03/2023 - 08/2025, Projektlaufzeit (*QuNet*): 10/2019 – 12/2026

Beteiligte:

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Hochschule Nordhausen, Quantum Optics Jena GmbH, Universitätsklinikum Jena; Teil von *QuNET* und *Q-net-Q*

Webauftritte und Artikel:

- [wissenschaftlicher Artikel zum Ausbau 2023-09-01](#)
- [Pressemitteilung zum Ausbau 2023-08-31](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreichem Feldexperiment 2022-09-21](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper mit Details zu Jena-Erfurt Fiber Link Feldexperiment 09/2023](#)

Munich Quantum Network (MuQuaNet)

Beschreibung:

QMAN in München mit 10 Knotenpunkten (insgesamt >50 km); DV QKD (IDQ) und EB QKD (*Quantum Optics Jena*), teilweise Freiraum Verbindungen

Ziele:

- Entwicklung, Aufbau, Betrieb und Bereitstellung eines heterogenen quantensicheren Kommunikationsnetzes für Forschung und Evaluierung
- Vorbereitung der nahtlosen Integration in heutige Netzkommunikation
- Demonstration der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten
- Blaupause für Aufbau maßgeschneiderter, hochsicherer Kommunikationsnetze

Status:

Testbed noch im Aufbau (Stand: [0]), Projektlaufzeit: 01/2021 – 12/2024

Beteiligte:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, ID Quantique SA (IDQ), KEEQuant GmbH, Ludwig-Maximilians-Universität München, Quantum Optics Jena GmbH, Rohde & Schwarz Cybersecurity GmbH, Secunet Security Networks AG, Universität der Bundeswehr München

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [0] [allgemeine Pressemitteilung zu QKD 2023-11-21](#)
- [Mitteilung zu Entwicklung eines KMS 2023-01-05](#)
- [Pressemitteilung zur Inbetriebnahme eines QKD Geräts von Quantum Optics Jena 2022-06-23](#)
- [Pressemitteilung zur Inbetriebnahme der ersten Teilstrecke 2021-12-07](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Projektinfo Rohde & Schwarz Cybersecurity GmbH](#)

Niedersachsen Quantum Link

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindung zwischen Braunschweig und Hannover (ca. 80 km); EB QKD (*Quantum Optics Jena*) und DV QKD

Ziele:

- Demonstration der zeit- und frequenzstabilen Übertragung von Einzelphotonen
- Feldtest von quantenphotonischen Halbleiterbauelementen in Langstrecken-Quantenkommunikationsnetzen

Status:

aktiv, Projektlaufzeit (QR.X): 08/2021 - 07/2024

Beteiligte:

Leibniz Universität Hannover, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Quantum Optics Jena GmbH;
Teil von QR.X

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung zu Betriebsstart 2023-12-18](#)
- [initiale Pressemitteilung 2021-10-28](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu BB84 Experiment mit Halbleiter Quantenpunkt 07/2024](#)

OpenQKD Testbed Berlin/Berlin Quantum Communication Testbed

Beschreibung:

QMAN mit mehreren Knotenpunkten) im Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk der Deutschen Telekom AG in Berlin (insgesamt >60 km); *OpenQKD Testbed Berlin*: (Point-to-Point) DV QKD (IDQ, Toshiba); *Berlin Quantum Communication Testbed*: Multiuser DV QKD (VeriQloud)

Ziele:

- Demonstration der Integration von QKD in bestehende Netzwerkinfrastruktur für hybride Verschlüsselung: verschiedene kommerzielle Verschlüsselungssysteme, KMS von *Deutsche Telekom AG (OpenQKD Testbed Berlin)*
- Quantensicheres 5G: PQC für 5G und QKD zur Sicherung der Fasern (*OpenQKD Testbed Berlin*)

Status:

aktiv, Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023

Beteiligte:

Adva, Deutsche Telekom AG, ID Quantique SA (IDQ), SENETAS, Toshiba, VeriQloud; Teil von *OpenQKD*

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung zur Eröffnung des Quantum Lab 2023-09-04](#)
- [Pressemitteilung zu Experiment mit VeriQloud 2023-05-30](#)
- [Artikel zu OpenQKD Testbed Berlin 2021-08-27](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper mit Details zu VeriQloud QKD 04/2023](#)
- [Paper u.a. mit Details zu OpenQKD Testbed Berlin 01/2024](#)
- [Paper mit Details zu OpenQKD Testbed Berlin 05/2022](#)

QUBE/QUBE II

Beschreibung:

LEO QKD *CubeSat* und zugehörige Bodeninfrastruktur; Satelliten DV QKD

Ziele:

- Entwicklung von miniaturisierter (kommerzieller) Hardware für Satelliten QKD basierend auf *CubeSats*
- Aufbau einer Bodenstation

Status:

Start Demonstrationssatellit geplant für 07/2024 aber [unbestimmt verschoben](#), Projektlaufzeit (*QUBE*): 08/2017 - 07/2020, Projektlaufzeit (*QUBE II*): 01/2022 - 12/2025

Beteiligte:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Ludwig-Maximilians-Universität München, Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, OHB System AG, Zentrum für Telematik e.V.

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite QUBE](#), [Projektwebsite QUBE II](#)

- [Artikel über geplanten Satellitenstart 2024-07-11](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Präsentation des DLR zu laufenden Satelliten QKD Projekten 2023-09-13](#)
- [Paper mit Details zu QUBE II 09/2022](#)
- [Paper mit Details zu QUBE 2018](#)
- [QUBE II in Nanosats Database](#)
- [QUBE in Nanosats Database](#)
- [Artikel zu anderem QKD CubeSat Projekt 2024-03-26](#)

Europa

Europa ist stark im Bereich der (Grundlagen)forschung aufgestellt. QKD ist Teil der großen europäischen Forschungsinitiativen *Quantum Flagship* und *Horizon Europe* und es gab bzw. gibt einige spezielle Projekte wie z.B. [OpenQKD](#) und die [EuroQCI Initiative](#) (Teil von *Digital Europe*), die darauf abzielen QKD Testbeds bzw. (grenzüberschreitende) Infrastruktur aufzubauen.

Während es in einigen Ländern, wie z.B. Italien, Polen, Spanien und England viele Start-Ups und/oder bereits ausgeprägte Aktivitäten im QKD Umfeld gibt, sind andere Länder wie z.B. Deutschland und Frankreich eher träge.

Die nachfolgende Übersicht stellt einige der fortgeschritteneren QKD Projekte auf dem europäischen Kontinent im Detail vor. Ergänzend dazu präsentiert auch das [GÉANT Whitepaper QKD Concepts and Considerations](#) von 2024 einige weitere QKD Projekte im *EuroQCI* Kontext.

EAGLE-1

Beschreibung:

Europäisches LEO QKD Satellitenprojekt mit zugehöriger Bodeninfrastruktur; Satelliten DV QKD (*Tesat*)

Ziele:

Langreichweitige QKD für kritische Wirtschaftssektoren, EU-Regierungen und Institutionen

Status:

Satellitenstart geplant für 2024 (Stand: [0]), Missionsdauer: 3a

Beteiligte:

Airbus Netherlands B.V., Arianespace, ESA, ID Quantique SA (IDQ), SES, SITAEL, TESAT, TNO; Teil von EuroQCI, Horizon Europe und ARTES

Webauftritte und Artikel: [Projektinformation bei ESA](#)

- [Pressemitteilung zu Bodenstation in Luxemburg 2023-11-15](#)
- [0] [Pressemitteilung zum Einsatz von IQD QRNG 2023-05-31](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreicher Ausschreibung der Satellitenplattform an SITAEL 2022-11-17](#)
- [relativ initiale Pressemitteilung 2022-09-22](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Website von Caramuel](#) (geplantes Europäisches GEO QKD Satellitenprojekt), Stand: 2023-12-26

England: Kommerzielles QMAN in London

Beschreibung:

kommerzielles QMAN in London mit drei Knotenpunkten in Kreistopologie an das weitere Nutzer angeschlossen werden können (insgesamt >65 km); DV QKD (*Toshiba*)

Ziele:

Kommerzielles QKD Netzwerk zum Transport verschlüsselter Daten aus Versicherungs- und Bankindustrie

Status:

aktiv

Beteiligte:

BT, Ernst & Young, HSBC, Toshiba

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung zur Teilnahme von HSBC 2023-07-05](#)
- [Artikel zum Test des kommerziellen QKD Netzwerkes 2022-06-22](#)
- [Pressemitteilung zum Start des Tests des kommerziellen QKD Netzwerkes 2022-04-27](#)
- [initiale Pressemitteilung 2021-10-05](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu QMAN in London 03/2023](#)

England: UKQN

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen teilweise mit Trusted Nodes im Süden Englands zwischen Ipswich, Cambridge, London, Reading, Bristol mit Erweiterung nach Southampton (insgesamt ca. 500 km) im *National Dark Fibre Infrastructure Service*. Außerdem QMANs in Bristol (insgesamt ca. 10 km) und Cambridge (insgesamt ca. 25 km) und QKD Satellit; DV QKD (*IDQ, Toshiba*) aber auch Forschung an CV QKD und EB QKD

Ziele:

- Koexistenz QKD mit klassischen Daten
- Anwendungen für 5G und Industrie 4.0
- Freiraum und weltraumbasierte QKD Verbindungen

Status:

aktiv (keine Artikel dafür oder dagegen auffindbar ...), Satellitenstart vermutlich 2024, Projektlaufzeit (*Quantum Communication Hub*): 2014 – 2024 + Verlängerung

Beteiligte:

ADVA, BT, Fraunhofer UK, ID Quantique SA (IDQ), Toshiba, UK Space Agency, University of Bristol, University of Kent und weitere

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [Pressemitteilung zur Planung einer Bodenstation in Edinburgh 2024-01-24](#)
- [Pressemitteilung zu Status des QKD Satelliten 2023-08-22](#)
- [Pressemitteilung zum Start einer neuen nationalen Quantenstrategie die weitere Finanzierung sicherstellt 2023-03-15](#)
- [initiale Pressemitteilung zu QKD Anwendung für Industrie 4.0 2020-10-01](#)
- [Pressemitteilung zu Inbetriebnahme des UKQN 2020-09-28](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu QKD in Unterseekabel zwischen England und Irland 09/2023](#)
- [Paper mit Übersicht zu englischen QKD Netzen 03/2021](#)
- [Paper zu Briston QMAN mit 5G und SDN 06/2020](#)

Griechenland: HellasQCI

Beschreibung:

QMANs in Athen, Iraklio und Thessaloniki mit langreichweitigen Anbindungen an optische Bodenstationen für Satelliten QKD; DV QKD

Ziele:

- Aufbau von Regierungs-, Industrie- und eines Forschungstestbeds
- Anwendungen im Bereich öffentliche Dienstleistungen, Gesundheitswesen, kritische Infrastruktur, HPC und Informations- und Kommunikationstechnologie
- Entwicklung neuer Quantentechnologien für zukünftiges Quanteninternet
- Training
- Anbindung an europäische Satelliten QKD Infrastruktur

Status:

Testbeds noch im Aufbau aber bereits QMAN in Athen und Voruntersuchungen zu Satelliten QKD, Projektlaufzeit (*HellasQCI*): 01/2023 - 06/2025

Beteiligte:

AUTH, FORTH, GRNET S.A., ICCS, ID Quantique SA (IDQ), Ministry of Digital Governance, MOH, NCSR, NKUA, NOA, Nokia, QUBI, SETU, SPH, UNILU, Teil von EuroQCI

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [Artikel zu QMAN in Athen mit Beteiligung Nokias 2023-12-18](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu theoretischer Untersuchung von Satelliten QKD mit kleinen und mobilen optischen Bodenstationen 04/2024](#)
- [Paper zu QMAN in Athen mit Fokus auf SDN 03/2024](#)
- [Paper zu FTTH QKD Experiment 01/2024](#)
- [Paper mit Voruntersuchungen zu optischer Bodenstation für QKD 03/2022](#)
- [Paper zu theoretischen Untersuchungen von Satelliten QKD 11/2021](#)

Irland: IrelandQCI

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen zwischen QMANs in Dublin und Cork über Waterford (insgesamt >250 km); MDI QKD

Ziele:

- Integration von QKD in konventionelle Kommunikationsnetzwerke
- Untersuchungen zu QKD Anwendungen im öffentlichen, industriellen und akademischen Bereich

Status:

Testbeds noch im Aufbau, Projektlaufzeit (*IrelandQCI*): 03/2023 - 09/2025

Beteiligte:

ESB Telecoms, HEAnet, Maynooth University, South East Technological University, Trinity College Dublin, University College Cork, University College Dublin, University of Galway, Walton Institute, Teil von EuroQCI

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [Pressemitteilung zum Start von IrelandQCI 2023-06-16](#)
- [Pressemitteilung über Förderung von industrienahe Testbed am Walton Institute 2021-11-08](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu QKD in Unterseekabel zwischen England und Irland 09/2023](#)
- [CoQREATE Projekt zum Wissensaustausch zwischen USA und Irland 2023-2025](#)

Italien: QUID

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen (*Italian Quantum Backbone*) zwischen QMANs in Turin, Mailand, Padua, Triest, Florenz, Rom und Neapel (insgesamt >1000 km); DV QKD und TF QKD

Ziele:

- Nationale QKD Infrastruktur
- Europäische Lieferkette
- Koexistenz von QKD, klassischen Daten und WR
- Anschluss an europäische (weltraumbasierte) QKD Verbindung
- Untersuchungen zu verwendbaren Glasfasern und Freiraum QKD
- Praktische Anwendungen

Status:

Testbeds noch im Aufbau aber bereits Glasfaserinfrastruktur und (vorausgegangene) Feldexperimente, Projektlaufzeit (*QUID*): 01/2023 - 06/2025, Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023

Beteiligte:

ASI, Coherentia, GARR, Italian Metrological Institute, Leonardo, National Research Council, Polytechnic University of Milan, QTI, TAS-I, Telespazio, Telsy, ThinkQuantum, TIM, TOP-IX, Toshiba, University of Padua; Teil von *OpenQKD* und *EuroQCI*

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#), [Projektinformation bei INRiM](#)

- [Pressemitteilung zu HD QKD Feldexperiment 2024-03-07](#)
- [Pressemitteilung über Italiens Pläne innerhalb von EuroQCI 2023-08-01](#)
- [Pressemitteilung zu Feldexperiment mit TF QKD 2022-01-20](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu QKD in Unterseekabel zwischen Malta und Sizilien 09/2023](#)
- [Paper zu Industrie 4.0 QKD Anwendung in Turin 04/2023](#)
- [Paper zu Feldexperiment mit TF QKD 01/2022](#)
- [Paper zu Feldexperiment in Padua 11/2021](#)
- [Paper zu Feldexperiment in Padua 06/2021](#)
- [Paper zu Feldexperiment in Padua 12/2020](#)

Italien, Slovenien und Kroatien: Inter-Europa QKD bei G20 Konferenz

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindung mit Trusted Node in Postojna zwischen Triest, Ljubljana und Rijeka (insgesamt ca. 200 km); DV QKD (QTI)

Ziele:

Medienwirksame Demonstration von QKD

Status:

abgeschlossenes Feldexperiment

Beteiligte:

Lightnet, National Institute of Optics CNR-INO, OiV, QTI, Sparkle, Stelkom, Technical University of Denmark, University of Ljubljana, Telekom Slovenije d.d., TIM, University of Trieste

Webauftritte und Artikel:

- [Artikel zu erfolgreicher Demonstration 2021-08-05](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper mit mehr Details 12/2022](#)
- Nachfolgende Demonstrationen bei europäischen Treffen:
 - o [Pressemitteilung über Demonstration mit verschiedenen europäischen QKD Herstellern bei der Digital Assembly 2023 2023-06-19](#)
 - o [Pressemitteilung über Demonstration mit verschiedenen europäischen QKD Herstellern bei der EQTC 2023-10-23](#)

Niederlande: Kommerzielles Hafen Rotterdam QKD Netzwerk

Beschreibung:

kommerzielles QKD Netzwerk ausgehend von zentralem Hub mit mehreren Parteien im Hafen Rotterdam (insgesamt >30 km); Multiuser MDI QKD (*Q*Bird*)

Ziele:

Kosteneffizientes und skalierbares kommerzielles QKD Netzwerk für Datenverschlüsselung am *Port of Rotterdam* zur Verbindung von *Port of Rotterdam Authority* mit *Portbase* und zwei oder drei anderen maritimen Logistikfirmen

Status:

aktiv

Beteiligte:

*Cisco, Eurofiber Nederland, InnovationQuarter, Intermax, Port of Rotterdam, Q*Bird, Single Quantum;*
Teil von *Quantum Delta NL Programme*

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung von Port of Rotterdam über das laufende Projekt 2024-05-14](#)
- [Pressemitteilung über Beteiligung von Eurofiber 2024-02-13](#)
- [Artikel über verwendetes QKD Protokoll 2024-11-17](#)
- [Artikel über Projekt 2022-11-16](#)
- [initiale Pressemitteilung 2022-10-03](#)

Niederlande: LUQCIA/QCINed

Beschreibung:

QMANs bei Eindhoven, in der Provinzen Utrecht und zwischen Amsterdam und Den Haag jeweils mit mehreren Knotenpunkten (insgesamt ca. 95 km); EB QKD (*QuTech*) und DV QKD (*IDQ*)

Ziele:

- Nationales Testbed für angewandte Forschung an QKD (*LUQCIA*)
- Weltraumbasierte QKD Verbindung (*LUQCIA*)
- Einsatz von Quantensystemen und -netzwerken zum Testen von Quantenkommunikationstechnologien und Integration in bestehende Netzwerke (*QCINed*)
- Entwicklung und Test von Anwendungen (*QCINed*)
- Test von langreichweitiger QKD und Automatisierung (*QCINed*)
- Austausch von Regierungsdaten zwischen Außenministerium und Ministerium für Justiz und Sicherheit (*QCINed*)

Status:

Testbeds noch im Aufbau aber manche Teilstrecken bereits aktiv und vorherige Testbeds, Projektlaufzeit (*LUQCIA*): 05/2022 - 05/2026, Projektlaufzeit (*QCINed*): 01/2023 – 06/2025

Beteiligte:

Eurofiber, ID Quantique SA, Juniper Networks, Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust, QuTech/TU Delft; Teil von *EuroQCI* und *NextGenerationEU*

Webauftritte und Artikel: [Projektinformation bei TU/e](#), [Projektinformation bei Quantum Delta NL](#)

- [Pressemitteilung zu erfolgreicher Demonstration 2023-07-07](#)
- [Artikel über LUQCIA Projekt 2023-06-08](#)
- [Pressemitteilung über Lieferung von IDQ QKD Geräten für geplantes Testbed 2022-08-26](#);
keine aktuelleren Informationen auffindbar!
- [Artikel über geplantes Testbed 2022-07-08](#)
- [Pressemitteilung über QKD Experiment 2022-06-22](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu Feldtest von MDI QKD in Koexistenz mit klassischen Daten 01/2022](#)
- [Paper zu Eindhoven QKD Network Testbed mit Fokus auf SDN 09/2019](#)

Österreich: QCICAT

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen mit Trusted Nodes zwischen Innsbruck, Wien, Graz (insgesamt >200 km) und QMANs in Wien und Graz; DV QKD (*IDQ, Toshiba und ThinkQuantum*)

Ziele:

- QKD gesicherte Kommunikation zwischen Behörden (*Government QKD* in Wien, *QCICAT*)
- Sicherer Austausch medizinischer Daten zwischen Kliniken und Datenzentrum mit verschiedenen QKD Systemen (*Medical QKD* in Graz)
- Forschung an Kombination von QKD mit PQC, langreichweitige QKD mit Trusted Nodes und Feldexperimente mit Quantenrepeatern (*QCICAT*)

Status:

Testbeds noch im Aufbau aber bereits Demonstrationsexperimente und vorausgegangene Testbeds, Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023

Beteiligte:

ACONET, AIT, dacoso GmbH, fragmentiX Storage Solutions GmbH, ID Quantique SA (IDQ), Landeskrankenhaus Graz II – West, Medical University Graz, Quantum Technology Laboratories GmbH, Technische Universität Graz, ThinkQuantum, Toshiba, TU Wien, X-Net Services GmbH; Teil von *EuroQCI* und *OpenQKD*

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [Pressemitteilung zu erfolgreicher Demonstration 2023-04-11](#)
- [Pressemitteilung von ACONET zu österreichischem Quanteninternetprojekt AQUnet 2021-02-16](#); keine aktuelleren Informationen auffindbar, vermutlich inzwischen Teil von QCICAT!
- [Pressemitteilung von Toshiba zu QKD für Anwendungen im Bereich medizinischer Daten und Regierungsdaten](#)
- [Pressemitteilung zum Einsatz von IQD Geräten für Anwendung im Bereich medizinischer Daten 2020-12-14](#)
- [Pressemitteilung zu QKD für Anwendung im Bereich medizinischer Daten 2020-10-10](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper u.a. zu QKD Netzwerk in Wien 05/2023](#)
- [Paper zu Freiraum EB QKD in Wien 04/2023](#)
- [Präsentationsfolien u.a. zum Austausch medizinischer Daten in Graz 05/2021](#)
- [Paper zu China-Österreich Satelliten QKD 01/2018](#)
- [Paper zu SECOQC QKD Netzwerk in Wien 07/2009](#)

Polen: NLPQT/PIONIER-Q

Beschreibung:

Erweiterung der bestehenden langreichweitigen QKD Verbindung mit fünf Trusted Nodes zwischen Posen und Warschau im *PIONIER* Forschungsnetzwerk und des QMANs in Posen im *POZMAN* Forschungsnetzwerk (insgesamt ca. 380 km) mit mehreren Knotenpunkten um zusätzliche QMANs und langreichweitige QKD Verbindungen nach Krakau und Danzig (insgesamt >1000 km); DV QKD (*IDQ, Toshiba*)

Ziele:

- Integration des QMANs in Posen mit Posen-Warschau QKD Verbindung (*NLPQT*)
- Integration von QMANs mit langreichweitigen QKD Verbindungen (*PIONIER-Q*)
- Anbindung von HPC Zentren an QKD Infrastruktur (*PIONIER-Q*)

Status:

NLPQT Teilstrecken bereits aktiv (Stand: [0]), Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023, Projektlaufzeit (*NLPQT*): 11/2018 – 12/2023, Projektlaufzeit (*PIONIER-Q*): 02/2023 - 07/2025

Beteiligte:

ID Quantique SA (IDQ), PIONIER Consortium Polish Optical Internet Poznan, Poznań Supercomputing and Networking Center, Toshiba, University of Warsa; Teil von *EuroQCI* und *OpenQKD*

Webauftritte und Artikel: [Projektinformation bei EU Funding & Tenders Portal](#)

- [0] [Artikel u.a. über Polens Pläne innerhalb von EuroQCI 2023-11-15](#)
- [Pressemitteilung zum Einsatz von IQD Geräten in Polen 2022-09-05](#)
- [Pressemitteilung zu QKD Link zwischen Posen und Warschau 2022-06-15](#)
- [Pressemitteilung zum ersten polnischem QKD Einsatz 2021-06-17](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper u.a. mit Details zu Posen QMAN 01/2024](#)

Polen und Tschechien: Teschen – Ostrau - Verbindung

Beschreibung:

Grenzübergreifende langreichweitige QKD Verbindung (ca. 75 km) zwischen Teschen (Polen) und Ostrau (Tschechien); DV QKD (*IDQ*)

Ziele:

- Grenzübergreifende QKD Verbindung
- Koexistenz von QKD und präziser Zeitübertragung

Status:

nicht mehr aktiv (QKD belegbar 07/2021 – 04/2022: [0], [1]), Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023

Beteiligte:

CESNET, e-INFRA CZ, ID Quantique SA (IDQ), IT4Innovations, PIONIER Consortium Polish Optical Internet Poznan, Poznań Supercomputing and Networking Center, Technical University in Ostrava;
Teil von *OpenQKD*

Webauftritte und Artikel:

- [0] [Pressemitteilung zu erfolgreichem QKD und T&F zwischen Polen und Tschechien 2022-04-28](#)
- [Pressemitteilung zum Einsatz von IQD Geräten für QKD zwischen Polen und Tschechien 2021-09-01](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreichem QKD zwischen Polen und Tschechien 2021-08-17](#)
- [1] [Pressemitteilung zu erstem tschechischem QKD und erfolgreichem QKD zwischen Polen und Tschechien 2021-07-19](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu grenzübergreifender QKD Verbindung und präziser Zeitübertragung 10/2022](#)
- [Präsentationsfolien zu grenzübergreifender QKD Verbindung 2021-10-15](#)

Spanien: MadQCI

Beschreibung:

QMAN in Madrid mit über 10 Knotenpunkten (insgesamt ca. 100 km); DV QKD (*Toshiba, IDQ*) und CV QKD (*Huawei, AIT*), zum Teil Multiuser QKD unter Vermeidung von Trusted Nodes durch passive optische Switches

Ziele:

- Aufbau einer Europäischen Quantenkommunikations Infrastruktur (Anbindung per weltraumbasierte QKD Verbindung)
- Hardware- und Softwareentwicklungen für QKD
- Koexistenz mit bestehender klassischer Infrastruktur
- SDN Designprinzip
- Praxisnahe Anwendungen z.B. zu Netzwerksicherheit, Schutz kritischer Infrastruktur und E-Health Services

Status:

Testbed für Anwendungsnetzwerk im Aufbau aber bereits vorausgegangene Testbeds, Projektlaufzeit (*MadQ-CM*): 01/2022 - 05/2025, Projektlaufzeit (*OpenQKD*): 09/2019 - 03/2023

Beteiligte:

AIT, Autonome Universität Madrid, Huawei, ID Quantique SA, IMDEA Networks Foundation, IMDEA Software Institute, National Institute for Aerospace Technology, Polytechnic University of Madrid, REDIMadrid, Spanish Metrology Center, Telefónica, Toshiba, Universität Complutense Madrid, Vithas Foundation; Teil von *EuroQCI, MadQ-CM* und *OpenQKD*

Webauftritte und Artikel: [Website von MadQ-CM](#), [Website von EuroQCI Spain](#)

- [Artikel zu geplantem MadQCI Netzwerk 2023-04-21](#)
- [Artikel zu geplantem MadQCI Netzwerk 2023-04-20](#)
- [Pressemitteilung zum Start von MadQ-CM 2023-03-16](#)
- [Pressemitteilung von Huawei zu QKD Netzwerk Feldexperiment mit SDN 2018-06-14](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu MadQCI mit Fokus auf passive optische Switches 09/2023](#)
- [Paper zu MadQCI mit Fokus auf SDN 08/2023](#)
- [Paper zu MadQCI 07/2021](#)

Tschechien: CZQCI

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen mit Trusted Nodes zwischen Prag, Brünn, Ostrau und einige QMANs (insgesamt >330 km); vermutlich CV QKD

Ziele:

- Kombination CV QKD und WR
- QKD gesicherte Kommunikation zwischen Behörden

Status:

CESNET3 Upgrade mit QKD + T&F Kompatibilität aktiv, QKD Einsatz in Planung, Projektlaufzeit: 01/2023 - 06/2026

Beteiligte:

CESNET, e-INFRA CZ; Teil von EuroQCI

Webauftritte und Artikel: [Projektinformation bei CESNET](#)

- [Pressemitteilung über Ausbau des tschechischen Forschungsnetzes 2023-05-30](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Pressemitteilung zu kommerziellem QKD Test von Toshiba Geräten durch CETIN 2023-11-06](#)

International

China nimmt eine deutliche internationale Vorreiterrolle bei der Forschung, Entwicklung und dem (praktischen!) Einsatz von QKD Systemen ein. Amerika hat sich die letzten Jahre hauptsächlich auf PQC und Quantum Computing fokussiert, allerdings gibt es auch einige Projekte zur Übertragung von verschränkten Photonen und der Entwicklung von Quantenspeichern und -repeatern.

In einigen anderen asiatischen Ländern wie Südkorea oder Singapur gibt es sehr fortgeschrittene QKD Programme, die z.T. bereits kommerzielle Dimensionen annehmen. Auch Indien investiert in QKD befindet sich aber noch relativ am Anfang.

Amerika

- [Übersichtsartikel über QKD Netzwerke in Amerika 2023-03-23](#)
- [Artikel über amerikanischen Fokus auf Quantencomputer im Gegensatz zu chinesischem Fokus auf \(Satelliten\) QKD 2020-09-18](#)

Kommerzielle Netzwerke:

EPB Quantum Network

Beschreibung:

kommerzielles Quantennetzwerk in Kreistopologie zur Verbindung von bis zu 10 Nutzerknoten (insgesamt >10 km) zur Verteilung verschränkter Photonen in Chattanooga basierend auf der [Bohr-IV Quantennetzwerk Architektur](#)

Status:

aktiv

Beteiligte:

AliroNet, DiCon FiberOptics, EPB, Oak Ridge National Laboratory, Quantum Opus, Qubitekk, Qunnect, University of Tennessee

Webauftritte und Artikel: [Projektwebsite](#)

- [Artikel über Validierungsexperimente durch Qunnect 2023-12-20](#)
- [Artikel über die Ziele des EPB Quantum Networks 2023-10-10](#)
- [Pressemitteilung zu kommerzieller Verfügbarkeit 2023-07-25](#)
- [Initiale Pressemitteilung 2022-11-29](#)

GothamQ

Beschreibung:

kommerzielles Quantennetzwerk in New York mit Knotenpunkten in Brooklyn Navy Yard, Manhattan und Queens zur Verteilung verschränkter Photonen (insgesamt >40 km)

Status:

bisher nur Demonstrationsexperimente zur Übertragung von verschränkten Photonen

Beteiligte:

New York University, Qunnect

Webauftritte und Artikel:

- [Artikel zu stabiler Verteilung von verschränkten Photonen in kommerziellen Glasfasern in New York 2024-04-15](#)
- [Artikel zu Erweiterung des verwendeten Glasfasernetzes nach Manhattan 2023-09-14](#)

Phio

Beschreibung:

kommerzielles langreichweitiges QKD Netzwerk mit Trusted Nodes zwischen Washington, New Jersey und New York (insgesamt >350 km); DV QKD (*IDQ*)

Status:

Inbetriebnahme Mitte 2018; inzwischen Stilllegung aufgrund fehlenden kommerziellen Interesses

Beteiligte:

IDQ, Quantum Xchange

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung von Quantum Xchange über inzwischen abgeschaltetes erstes kommerzielles QKD Netzwerk in Amerika zwischen New York und Washington 2019-24-07](#)

Testbeds:

DC-QNet**Beschreibung:**

Quantennetzwerk zur Verteilung verschränkter Photonen zwischen 6 Regierungsorganisationen in Washington (insgesamt ca. 230 km)

Status:

Glasfaserinfrastruktur bereits aufgebaut aber unklar ob bereits aktive Nutzung

Beteiligte:

Army Research Laboratory, Laboratory for Telecommunication Sciences, Naval Research Laboratory, NASA, National Institute of Standards and Technology, U.S. Naval Observatory

Webauftritte und Artikel: [Übersichtsposter 2022-08-20](#)

- [Pressemitteilung vom NIST mit Empfehlungen zur Verbesserung 2023-09-01](#)
- [Initiale Pressemitteilung 2022-06-27](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu Untersuchungen zur Zeitsynchronisation 05/2024](#)

IEQNET/AQNET-SD/InterQnet**Beschreibung:**

Langreichweitige Quantenverbindungen zur Verteilung verschränkter Photonen zwischen (Campus Quantennetzwerken in) *Argonne National Laboratory, Fermilab, Chicago und University of Illinois* (insgesamt >300 km)

Status:

aktives Netzwerk zwischen *Argonne National Lab, Fermilab* und Chicago, Verbindung zu *University of Illinois* in Planung

Beteiligte:

Argonne National Laboratory (ANL), Caltech, Chicago Quantum Exchange, Fermilab, HyperLight, Northwestern University, NuCrypt, Starlight, University of Chicago, University of Illinois

Webauftritte und Artikel:

- [Pressemitteilung über Förderung für InterQnet \(ANL Campus Quantennetzwerk\) 2023-10-16](#)
- [Pressemitteilung über Förderung für AQNET-SD \(Verbesserung und Erweiterung des bestehenden Quantennetzwerks zwischen ANL und Fermilab\) 2023-10-16](#)
- [Pressemitteilung mit Details zu IEQNET 2023-02-02](#)
- [Pressemitteilung über den Einsatz von Toshiba DV QKD Geräten 2022-04-19](#)
- [Pressemitteilung zum Austausch verschränkter Photonen zwischen Chicago und ANL 2020-02-19](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper mit Details zu IEQNET 11/2022](#)

Long Island Quantum Internet Testbed**Beschreibung:**

Quantennetzwerk (hauptsächlich) zur Verteilung von verschränkten Photonen mit 6 Knotenpunkten in Long Island über Glasfaser und Freiraum (insgesamt ca. 420 km), evtl. mit langreichweitigem Anschluss an AFRL (>330 km)

Status:

Teilstrecken bereits aktiv, Anschluss an AFRL in Überlegung

Beteiligte:

Air Force Research Laboratory (AFRL), Brookhaven National Laboratory (BNL), ESnet, Stony Brook University (SBU)

Webauftritte und Artikel: [Übersicht über \(geplantes\) Testbed](#) (Stand vermutlich Ende 2020)

- [Pressemitteilung zu Zusammenarbeit zwischen AFRL und BNL 2024-01-26](#)
- [Pressemitteilung über Förderung 2022-11-29](#)
- [Pressemitteilung zu neuem BNL Forschungsgebäude und geplanter Freiraum Verbindung 2022-05-18](#)
- [Pressemitteilung zum Austausch verschränkter Photonen zwischen SBU und BNL 2020-07-23](#)
- [Vorgegangenes Campus Quantennetzwerk Testbed 2019-04-08](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu Quantenlink zwischen SBU und BNL 01/2024](#)

National Plan**Beschreibung:**

Koordination bereits vorhandener Quantennetzwerkprojekte zur Verteilung verschränkter Photonen, 5 Schritte zu nationalem Quanteninternet:

- Verifizierung von sicheren Protokollen
- Campus/Metro Verschränkungsverteilung
- Verschränkungsverteilung via Entanglement Swapping zwischen Städten
- Verschränkungsverteilung zwischen Staaten via Quantum Repeatern
- Multi-Institutionales Ökosystem ausgehend von den 17 DOE Nationalen Laboratorien für Übergang von Demonstrations- zu Operationsinfrastruktur

Beteiligte:

Argonne National Laboratory, Brookhaven National Laboratory, Department of Energy (DOE), ESnet, Fermilab, Lawrence Berkeley National Laboratory, Oak Ridge National Laboratory

Webauftritte und Artikel: [Blueprint für nationales Quanteninternet](#)

- [Pressemitteilung zu DOEs Blueprint für nationales Quanteninternet 2020-07-23](#)

China: Nationales QKD Netzwerk

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen mit über 32 Trusted Nodes zwischen QMANs in Peking, Jinan, Hefei und Shanghai (insgesamt >2000 km) mit Anbindung an Satelliten QKD (Stand 2021, heute vermutlich deutlich größer und in Anwendung); DV QKD, EB QKD und inzwischen vermutlich auch CV und TF QKD

Ziele:

- (Interkontinentale) weltraumbasierte QKD Verbindungen
- Anbindung von über 150 Nutzern
- Verwendung kommerzieller QKD Produkte für praktische Anwendung (Anbindung von Regierung, Banken, Krankenhäusern und Forschungseinrichtungen) in praxistauglicher Netzwerktopologie mit über 20 gleichzeitigen Nutzern
- nationaler QKD Backbone
- PQC für Authentifizierung, QKD für langfristige Datensicherheit
- Ersetzung von Trusted Nodes durch Switches in QMANs

Status:

QKD Netzwerk bereits seit 2016 aktiv und geplante Erweiterungen vermutlich abgeschlossen (Stand: Zeitplan in [0] aber kaum aktuelle Informationen über QKD Netzwerke auffindbar -> Politik?!), Satellit *Micius* noch aktiv, außerdem zusätzlicher Satellit *Jinan-1* aktiv und Satellitennetzwerk mit kompakten Bodenstationen geplant

Beteiligte:

CAS, China Cable Network Co, Chinesische Universität für Wissenschaft und Technik, Hefei Institutes of Physical Science, Jinan Institute of Quantum Technology, QuantumCtek Co. Ltd.

Webauftritte und Artikel:

- [Artikel über QKD im China-Amerika Politik-Kontext 2024-02-02](#)
- [Artikel über weltraumbasierte QKD Verbindung zwischen China und Russland mit *Micius* 2024-01-02](#)
- [Artikel über geplante chinesische QKD Satelliten 2023-06-03](#)
- [Artikel über geplantes chinesisches QKD Satellitennetzwerk 2023-03-10](#)
- [Artikel über QKD Experimente auf *Tiangong-2* 2022-08-19](#)
- [Artikel über EB QKD mit *Micius* 2020-06-25](#)
- [ankündigender Artikel über *USTC* Netzwerk 2016-10-26](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu 1000 km TF QKD 05/2023](#)
- [0] [Präsentationsfolien zu QKD in China 14-02-2023](#)
- [Paper QMAN mit 46 Knotenpunkten in Hefei 09/2021](#)
- [Paper zu *USTC* Netzwerk 06/2021](#)
- [Paper zu China-Österreich Satelliten QKD 01/2018](#)

Indien: National Quantum Mission

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen zwischen Städten (insgesamt mehrere hundert km), Quantennetzwerke mit mehreren Knoten und Satelliten QKD zwischen Bodenstationen in Indien und mit anderen Ländern; EB QKD und vermutlich DV QKD (*QNu Labs*)

Ziele:

- weltraumbasierte QKD Verbindungen
- QKD Anwendungen im Militär
- Technologie- und Wissensaufbau im Quantensektor

Status:

QKD Netzwerke und Verbindungen geplant aber bereits Demonstrationsexperimente, QKD Satellit in Planung, Projektlaufzeit (*NQM*): 2023 - 2030

Beteiligte:

C-DoT, DOS, DRDO, IIT Delhi, ISRO, PRL, QNu Labs, SAC

Webauftritte und Artikel:

- [Artikel über Ankündigung eines QKD Satelliten 2023-07-10](#)
- [Artikel über QKD Testbed in New Delhi und öffentlicher Aufruf zu Pentests 2023-03-27](#)
- [Artikel über Indisch-Amerikanisches Quantenabkommen 2023-02-08](#)
- [Pressemitteilung über Kaufintention von *QNu Labs* QKD Geräten durch die Indische Armee 2022-08-14](#)
- [Pressemitteilung über langreichweitiges QKD Demonstrationsexperiment 2022-02-23](#)
- [Artikel über Freiraum EB QKD Demonstrationsexperiment 2022-02-03](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Übersichtsartikel zur Situation von Quantentechnologie in Indien 2023-11-12](#)

Japan: Tokyo QKD Network

Beschreibung:

Erweiterung des bestehenden QMANs mit Trusted Nodes in Tokyo (insgesamt ca. 220 km) zu nationalem Netzwerk durch Aufbau von QMANs in verschiedenen Städten und Verbindung durch terrestrische und weltraumbasierte QKD (insgesamt >1000 km); DV QKD (*Toshiba*)

Ziele:

- Aufbau von offenen Testbeds für Industrie, Universitäten und Forschungsinstituten
- weltraumbasierte QKD Verbindungen
- Anwendungsnahе Untersuchungen: Finanzdaten, medizinische Daten, Kombination von Quantenkryptographie mit klassischer Netzwerktechnologie

Status:

Tokyo QKD Network bereits seit 2010 aktiv und im Ausbau, nationaler Ausbau in Planung, außerdem Demonstrationsexperimente mit Satelliten QKD

Beteiligte:

Melco Holdings Inc., NEC Corporation, NICT, NTT DATA Corporation, SKY Perfect JSAT Corporation, SoftBank Corporation, Tohoku University Hospital, ToMMo, Toshiba Corporation, University of Aizu, ZenmuTech

Webauftritte und Artikel: [Website des Quantum ICT Collaboration Center](#)

- [Artikel über Erweiterung des Tokyo QKD Network 2023-12-18](#)
- [Pressemitteilung zu QKD-VPN Experiment 2023-09-20](#)
- [Pressemitteilung zu erfolgreichem Start eines QKD Geräts zur ISS 2023-08-07](#)
- [Pressemitteilung zu QKD Demonstrationsexperiment für verteilte medizinische Daten 2022-12-28](#)
- [Pressemitteilung zu QKD Demonstrationsexperiment im Tokyo QKD Network für Finanzdaten 2022-01-17](#)
- [Pressemitteilung zu QKD Demonstrationsexperiment im Tokyo QKD Network für medizinische Daten 2020-10-22](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Präsentationsfolien zu Tokyo QKD Network und geplantem Ausbau zu nationalem Netzwerk 2023-07-24](#)
- [Paper über kommerzielle Aspekte von Satelliten QKD \(in Japan\) 04/2022](#)

Singapur: Nationales kommerzielles QKD Netzwerk: NQSN

Beschreibung:

Redundantes nationales QMAN in Singapur und QKD Satellit (insgesamt >60 km); DV QKD (*IDQ*, *SpeQtral*)

Ziele:

- Nationales kommerzielles QKD Netzwerk von mindestens zwei Betreibern
- Internationale weltraumbasierte QKD Verbindungen

Status:

NQSN Teilstrecken bereits aktiv, Satellitenstart vermutlich 2024

Beteiligte:

CQT, *ID Quantique SA (IDQ)*, *SingTel*, *SpeQtral*, *SPTel*, *ST Telemedia Global Data Centres*

Webauftritte und Artikel: [Website von NQSN](#)

- [Pressemitteilung zur Beteiligung von SingTel an NQSN+ 2023-11-30](#)
- [Pressemitteilung zur Beteiligung von SpeQtral und SPTel an NQSN+ 2023-11-15](#)
- [Artikel zum Start von NQSN+ 2023-06-08](#)
- [Artikel zu Datenzentrum Anwendung von NQSN 2023-06-05](#)
- [Pressemitteilung von SpeQtral zu QKD Satellit 2022-11-16](#)
- [Pressemitteilung zu Demonstration von EB QKD in kommerziellen Glasfasern 2020-11-06](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu kommerziellem QKD IPsec Test zwischen JPMorgan Chase Datenzentren mit Toshiba Geräten 05/2024](#)
- [Paper zu NQSN 03/2024](#)

Südkorea: Kommerzielles QKD Netzwerk

Beschreibung:

Langreichweitige QKD Verbindungen mit Trusted Nodes zwischen Seoul, Daejeon und Busan und vermutlich QMANs um z.B. Regierungsorganisationen anzubinden (insgesamt ca. 800 km); DV QKD (IDQ, Toshiba)

Ziele:

- Untersuchungen zu Quality of Service in heterogenen QKD Verbindungen
- Verschlüsselung von Regierungskommunikation
- QKD-as-a-Service

Status:

aktiv

Beteiligte:

Alian, Coweaver, ID Quantique SA (IDQ), SK Broadband, KT Corporation, TDSL, Toshiba Corporation, Toshiba Digital Solutions Corporation, WooriNet

Webauftritte und Artikel:

- [Artikel über Zertifizierung eines KMS 2023-11-07](#)
- [Pressemitteilung von IDQ über Zusammenarbeit mit SKT 2023-10-12](#)
- [Artikel über kommerzielles QKDaaS Angebot 2023-09-06](#)
- [Artikel über geplante QKD Kommerzialisierung 2023-03-10](#)
- [Pressemitteilung zum Einsatz von IQD KMS für nationweites QKD Netzwerk 2022-07-19](#)
- [Pressemitteilung von Toshiba zu geplanter QKD Aktivität in Korea 2022-03-28](#)

Weiterführende Informationen und Paper:

- [Paper zu Quality of Service Untersuchungen 10/2022](#)