

Quantentechnologie

Arbeitspapier des WiN-Labors in Erlangen

Projekte, Programme; Aktivitäten im Bereich Quantentechnologie

Vorwort/Kurzzusammenfassung

Mit dem Aufkommen der zweiten Quantenrevolution haben zahlreiche Länder und Institutionen damit begonnen, Initiativen und Projekte sowie Forschungseinrichtungen im Bereich Quantentechnologie (QT) zu gründen und zu fördern. Die Ziele dieser einzelnen Vorhaben reichen von der Grundlagenforschung (Quantenphänomene), über die Gestaltung neuer Produkte für diesen Technologiesektor bis hin zum Aufbau von abhörsicheren Quantennetzen und der Installation von Quantencomputern. Nationale Initiativen legen meist den Fokus auf den Aufbau einer Industrie in diesem Bereich und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Ländern. Neben nationalen Vorhaben existieren auch länderübergreifende Initiativen wie das „*Quantum Flagship*“ Programm der europäischen Union. Grob lassen sich die Aktivitäten in der QT in folgende Sektoren einteilen: Hardwareentwicklung für QT, Quantennetze (im speziellen Quantum Key Distribution (QKD)), Entwicklung eines universellen Quantencomputers, die Gestaltung von Software für die QT (Netzwerkprotokolle, Algorithmen für Quantencomputer, Quantencodes zur Quantenfehlerkorrektur) sowie der Grundlagenforschung welche zur Realisierung der QT nötig ist.

Dieses Dokument enthält eine Übersicht, die bedeutende Initiativen und Projekte im Bereich QT gegliedert nach Ländern und Regionen auflistet: Deutschland, Europa und nationale Projekte. Die Gliederung der Projekte innerhalb Deutschlands wurde unter dem Aspekt der jeweiligen Geldgeber vorgenommen: Bund, Bund und Länder sowie Initiativen einzelner Bundesländer. Der Bereich Europa listet alle Projekte des EU „*Quantum Flagships*“, länderübergreifende Projekte innerhalb Europas, sowie geförderte bzw. gegründete Initiativen in der QT durch die europäische Kommission. Der dritte Abschnitt mit dem Titel nationale Projekte enthält nationale QT-Projekte und Vorhaben einzelner Länder außerhalb Deutschlands.

Es wurden vor allem Projekte und Initiativen berücksichtigt, die sich vor- oder überwiegend mit den Themen Quantencomputing, Quantenkommunikation sowie der dazugehörigen Hard- und Softwareentwicklung beschäftigen.

Jede beschriebene Initiative bzw. Projekt enthält eine kurze Beschreibung, welche den groben Inhalt des Vorhabens wiedergibt. Danach erfolgt eine ausführlichere Zusammenfassung unter dem Punkt „*Projektbeschreibung*“. Der Punkt „*Stand der Dinge*“ enthält (aktuelle) Ergebnisse zu dem jeweiligen Projekt. Unter „*Finanzierung*“ ist die jeweilige Fördersumme angegeben. Danach werden unter „*Projektpartner*“ alle (assoziierten) Beteiligten und Förderer aufgeführt (Institutionen, Unternehmen etc..). „*Kontaktinfos*“ enthält Daten wie Anschrift, Telefonnummer, Email zu Personen, die für das Projekt verantwortlich sind. Der letzte Punkt „*Links/Veröffentlichungen*“ enthält Links beispielsweise zu Publikationen und Neuigkeiten zum Projekt. Konnten keine Informationen zu einem der fünf Punkte gefunden werden, wird „*k.A.*“ notiert.

Das Dokument enthält zahlreiche Links zu den einzelnen Vorhaben bzw. Initiativen. Da sich laufend Änderungen mit der Weiterentwicklung der Projekte ergeben, kann es sein, dass sich einzelne Links ändern bzw. nicht mehr verfügbar sind.

DEUTSCHLAND	5	3.2.1 Bayerische Quanteninitiative (Munich Quantum Valley)	23
1 Bund	5	3.2.1.1 Leibniz Rechenzentrum (LRZ)	24
1.1 BMBF	5	3.2.2 BayQS	24
1.1.1 QuNet	5	3.2.3 FAU	25
1.1.2 GEQCOS	6	3.2.3.1 LQT	25
1.1.3 QUASAR	6	3.2.4 MPL	25
1.1.4 DAQC	6	3.3 Baden-Württemberg (FNQ)	26
1.1.5 TransQNode	7	3.3.1 Kompetenzzentrum Quanten-Computing Baden-Württemberg	26
1.1.6 Qsync	7	3.4 Niedersachsen	26
1.1.7 FermiQP	8	3.4.1 QVLS	26
1.1.8 MIQRO	8	3.5 Sachsen	27
1.1.9 IQuAn	9	3.5.1 Sächsische-Initiative: Modulare Nanoelektronik für die Quantenkommunikation	27
1.1.10 MAQS	9	3.6 Thüringen	27
1.1.11 PQuMAL	10	3.6.1 Thüringer-Initiative: Quantum Engineering	27
1.1.12 QuPAD	10	3.6.1.1 Quantenapplikationslabor	27
1.1.13 SiSiQ	11		
1.1.14 QuSecure	11		
1.1.15 QCDA	11		
1.1.16 QPIC-1	12		
1.1.17 Q.Link.X	12		
1.1.18 QR.X	13		
1.1.19 QuICHE	14		
1.1.20 ShoQC	14		
1.1.21 FLOQI	15		
1.1.22 QuaSiModO	15		
1.1.23 QuantumRISC	16		
1.1.24 QuantiCor	16		
1.1.25 QUBE	17		
1.1.26 HQS	17		
1.1.27 Q-Exa	18		
1.2 DLR	18		
1.3 Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)	19		
1.3.1 dect.bw (Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung)	19		
1.3.1.1 MuQuaNet	19		
2 Bund und Länder	19		
2.1 DFG	19		
2.1.1 Quantum Alliance	19		
2.1.1.1 Ct.qmat	19		
2.1.1.2 CUI: Advanced Imaging of Matter	20		
2.1.1.3 ML4Q	20		
2.1.1.4 MCQST	21		
2.1.1.5 Quantum Frontiers	21		
2.1.1.6 IQST	22		
3 Länder	23		
3.1 FNQ Länder Verbund	23		
3.2 Bayern	23		
		EUROPA	28
		1 Digital Europe Programm	28
		1.1 EUROQCI	28
		2 OpenQKD	28
		3 QuantERA	29
		4 QUAPITAL	31
		5 Quantum Flagship	31
		5.1 AQTION	32
		5.2 NEASQC	32
		5.3 OpenSuperQ	33
		5.4 QLSI	33
		5.5 CIViQ	34
		5.6 QIA	35
		5.7 QRANGE	35
		5.8 UNIQORN	36
		5.9 Qombs	37
		5.10 PASQuanS	37
		5.11 2D-SPIC	38
		5.12 MicroQC	39
		5.13 PhoG	39
		5.14 PhoQuS	40
		5.15 QMiCS	40
		5.16 S2QUIP	41
		5.17 SQUARE	42
		5.18 InCoQFlag	42
		5.19 QFlag	42

5.20	QTEdu	43	12 Österreich	56
5.21	ASTERIQS	44	12.1 VCQ	56
5.22	iqClock	44	12.2 AQUnet	57
5.23	macQsimal	45	13 Polen	57
5.24	MetaboliQS	46	13.1 NLQT	57
6 ESA		47	13.2 PSNC	58
6.1	Quantum Key Distribution for European Critical Infrastructures (QKD4ECI)	47	14 Russland	58
7 EU Cybersecurity Act		47	14.1 RQC	58
			14.2 KQC	58
			14.3 NTI	59
			14.3.1 QTC MSU	59
			14.3.2 MISIS QTC	59
PROJEKTE ANDERER NATIONEN		48	15 Schweiz	60
1 Australien		48	15.1 NCCR QSIT	60
1.1 ARC		48	15.2 ETHZ-PSI Quantum Computing Hub	60
1.1.1 EQUUS		48	15.3 Kommerzielle Anbieter	60
1.1.2 CQC2t		49	15.3.1 IDQuantique	60
1.2 SQA		49	16 Singapur	61
2 China		49	16.1 QEP	61
2.1 USTC		49	16.2 CQT	61
3 Finnland		50	16.3 QuantumSG	62
3.1 QTF		50	17 Tschechien	62
4 Frankreich		50	17.1 E-INFRA	62
4.1 PCQC		51	18 USA	63
5 Großbritannien		51	18.1 NQIA	63
5.1 UKNQI		51	18.1.1 NSF-QLCI	63
5.2 NQCC		52	18.1.1.1 Q-SenSE	63
6 Israel		52	18.1.1.2 HQAN	63
6.1 INQI		52	18.1.1.3 CIQC	63
7 Indien		52	18.1.2 DOE QIS Research Centers	63
8 Japan		53	18.1.2.1 Q-NEXT	63
8.1 MEXT Q-LEAP		53	18.1.2.2 C2QA	64
8.2 Moonshot		54	18.1.2.3 SQMS	64
9 Kanada		54	18.1.2.4 QSA	64
9.1 QIC		54	18.1.2.5 QSC	64
9.2 QEYSSat		54	18.2 ESnet	64
10 Korea		54	18.2.1 QED-C	65
10.1 KERC		54	18.3 Core Programs	65
10.2 QTI		54	18.3.1 NIST	65
11 Niederlande		54	18.3.1.1 JQI	65
11.1 Quantum Delta		54	18.3.1.2 QuICS	65
11.2 QuSoft		56	18.3.1.3 JILA	65
			18.3.2 LPS	65
			18.3.2.1 SSQP	65
			18.4 AQT	66
			18.4.1 CQNET	66
			18.4.2 FQNET	66

Stand 23.11.2021

18.5 FQI

66

Deutschland

1 Bund

1.1 BMBF

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung koordinierte Rahmenprogramm [Quantentechnologien von den Grundlagen zum Markt](#) fördert verschiedene Forschungsprojekte rund um das Thema Quantentechnologie. Eine Übersicht über alle laufenden und abgeschlossenen Projekte findet befindet sich [hier](#). Die drei aktuell laufenden Projekte GEQCOS, QUASAR und DAQC beschäftigen sich mit dem Themenbereich Quantencomputer und dessen Realisierung.

1.1.1 QuNet

Die [QuNet](#) Initiative wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und ist auf sieben Jahre ausgelegt ist. Das Projekt ist in drei Phasen unterteilt und soll innerhalb Deutschlands ein sicheres IT-Kommunikationsnetzwerk zwischen Behörden und Institutionen mit Quantentechnik aufbauen.

Projektbeschreibung:

Phase alpha: Die erste Phase von QuNet unter dem Titel „Demonstrationsexperiment zur Kommunikation unter Einsatz von Quantentechnologien“ beschäftigte sich mit der Umsetzung von Quantenkommunikation in anwendungsbezogene Systeme. Anhand der Ergebnisse dieses Vorhabens soll daraus eine quantengesicherte Videokonferenzschaltung zwischen zwei Bundeseinrichtungen etabliert werden, bei der verschiedene Quantentechnologien wie Glasfasern als auch freistrahlbasierte Kommunikationskanäle (Satellit) zum Einsatz kommen. Phase alpha endete im Dezember 2020.

Phase beta: Die zweite Phase unter dem Titel „Quantentechnologien für sichere Netzwerke und Kommunikation II (QuNET-beta)“ hat zum Ziel, neue Architekturen für quantensichere Kommunikationsnetzwerke zu entwickeln. Im Fokus steht dabei die Skalierbarkeit und praxisorientierte Benutzbarkeit der Netze für mehrere Nutzer. Alle Partner der dieser Phase forschen an den benötigten (Hardware-) Komponenten, die für eine quantensichere Kommunikation benötigt werden.

Stand der Dinge: Projektphase alpha ist abgeschlossen.

Finanzierung:

Phase alpha: finanziert mit 12,8 Mio. € durch das BMBF. Laufzeit: 10/2019 - 12/2020.

Phase beta: finanziert mit 47 Mio. € durch das BMBF. Laufzeit: 01/2021 - 12/2024.

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (Verbundkoordinator), Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Institut für Kommunikation und Navigation des Deutschen; Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts

Kontaktinfos:

Dr. Markus Selmke ☎ +49 (0) 3641 807-290 Email: markus.selmke@iof.fraunhofer.de

Julian Gritsch ☎ +49 (0) 3641 807-506 Email: julian.gritsch@iof.fraunhofer.de

Links/Veröffentlichungen:

Projektstruktur und Zeitplan: <https://www.qunet-initiative.de/projektstruktur-zeitplan/>

News: <https://www.qunet-initiative.de/news/>

1.1.2 GEQCOS

Projektbeschreibung: Im Rahmen des Projekts [GEQCOS](#) sollen QuBits auf Basis von supraleitenden Schaltkreisen erzeugt werden. Damit soll ein Quantenprozessor realisiert werden, auf dem sich die Umsetzung der QuBits zeigen lässt. Sollte dieser Ansatz gelingen, würde sich Kohärenzzeit des verschränkten Zustandes erhöhen und es wären umfangreiche Quantenoperationen mit mehreren QuBits möglich. Ein Quantencomputer kann nur während der Kohärenzzeit Berechnungen durchführen.

Stand der Dinge: Das Projekt läuft noch bis zum 31.01.2025

Finanzierung: 16,1 Mio. € (zu 93,2% gefördert durch das BMBF)

Projektpartner: Bayerische Akademie der Wissenschaften, Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF, Infineon Technologies AG, Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Forschungszentrum Jülich GmbH, Karlsruher Institut für Technologie

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Stefan Filipp ✉ sfilipp@wmi.badw.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.3 QUASAR

Projektbeschreibung: Ziel des Projekt [QUASAR](#) (Halbleiter-Quantenprozessor mit shuttlingbasierter skalierbarer Architektur) ist es, QuBits mit sog. SpinQubits zu erzeugen, die auf Halbleiterbasis operieren. Diese können im Gegensatz zu supraleitenden QuBits bereits bei Raumtemperatur arbeiten. Zur Umsetzung der QuBits auf Halbleiterbasis sollen alle dafür benötigten Architekturelemente und deren Funktionen nachgewiesen werden. Dieses Wissen soll als Basis zum Aufbau eines Demonstrators bestehend aus 25 2D gekoppelten QuBits dienen, der im Nachfolgeprojekt realisiert und öffentlich zugänglich gemacht werden soll.

Stand der Dinge: Das Projekt ist über einen Zeitraum vom 01.02.2021 bis zum 31.01.2025 ausgelegt

Finanzierung: 8,7 Mio. € (zu 86,7% durch das BMBF gefördert)

Projektpartner: Forschungszentrum Jülich GmbH, HQS Quantum Simulations GmbH, IHP GmbH, Infineon Technologies Dresden GmbH & Co. KG, Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF, Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS, Universität Konstanz, Universität Regensburg

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Hendrik Bluhm ✉ h.bluhm@fz-juelich.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.4 DAQC

Projektbeschreibung: Berechnungen sollen im Projekt DAQC (digital-analoge Quantencomputer) über analoge Prozesse d.h. über Wechselwirkungen zwischen QuBits erfolgen. Dieser Ansatz wird in Betracht gezogen, weil die technischen Methoden im Bereich digitaler Chiparchitekturen noch nicht auf die simultane Kontrolle von Fehlerkorrekturen bei Rechenprozessen- wie sie in einem Quantencomputer nötig wären- skalieren lassen. Der DAQC setzt auf eine Kombination von digitalen Schaltkreisen und analogen Rechenblöcken. Neben dem kontinuierlichen Betrieb und dem Entwurf der dafür benötigten Steuer- und Kalibriertechnik soll der Quantencomputer in ein High Performance Computing Cluster eingebettet werden, in dem dieser als

Stand 23.11.2021

Rechenbeschleuniger fungiert. Langfristig erhofft man sich dadurch neben einer Quantenüberlegenheit einen echten Quantenvorteil zu erzielen.

Stand der Dinge: Das Projekt ist über einen Zeitraum vom 01.02.2021 bis zum 31.01.2025 ausgelegt

Finanzierung: 12,4 Mio. € (zu 85,4% durch das BMBF gefördert)

Projektpartner: IQM Germany GmbH, Infineon Technologies AG, Forschungszentrum Jülich GmbH, Bayerische Akademie der Wissenschaften - Leibniz-Rechenzentrum (LRZ), Freie Universität Berlin - Fachbereich Physik, Parity Quantum Computing GmbH (assoziiert)

Kontaktinfos:

Dr. Jan Goetz ✉ jan@meetiqm.com

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.5 TransQNode

[TransQNode](#)- Robuste und transportable Quantennetzwerkknoten ist ein Projekt zur Installation mehrerer Quantensysteme, welche über Glasfasern miteinander verbunden sind.

Projektbeschreibung: Es sollen zwei Quantensysteme- bestehend aus mehreren QuBits- auf Basis dotierter Siliziumkristalle aufgebaut und diese über ein Glasfasernetz gekoppelt werden. Langfristig soll das Projekt als Ausgangspunkt zur Schaffung eines Netzwerks für sichere Quantenkommunikation dienen.

Stand der Dinge: k.A.: Projekt startete erst am 01.10.2021.

Finanzierung: Finanziert vom BMBF mit 1.914.913,90 € über einen Projektzeitraum vom 01.10.2021-30.09.2023.

Projektpartner: Max-Planck-Institut für Quantenoptik

Kontaktinfos:

Dr. Andreas Reiserer
Max-Planck-Institut für Quantenoptik
Hans-Kopfermann-Str. 1
85748 Garching b. München
Email: andreas.reiserer@mpq.mpg.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.6 Qsync

[Qsync](#)- sichere Kommunikation durch gekoppelte Quantensysteme ist ein Projekt zur Kopplung zweier unterschiedliche Quantensysteme über eine Glasfaserverbindung.

Projektbeschreibung: Bei den Quantensystemen handelt es sich um ein System auf Basis von Ionen und eines bestehend auf Farbzentren im Diamanten. Diese sollen über Glasfasern gekoppelt und eine Übertragung von QuBit Zuständen demonstriert werden. Als Grundlage sollen die Ergebnisse dieses Projekts für den Aufbau eines Quantenkommunikationsnetzwerks zwischen verschiedenen Institutionen (Banken, Behörden etc...) dienen.

Stand der Dinge: k.A.: Projekt startete erst 15.09.2021.

Finanzierung: finanziert vom BMBF mit 3.287.206 € bis zum 14.09.2023.

Projektpartner: Universität des Saarlandes.

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Jürgen Eschner
Universität des Saarlandes
F7 Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II - Lehrstuhl für Experimentalphysik - Quantum Photonics

Stand 23.11.2021

Campus E2 6
66123 Saarbrücken
Email: juergen.eschner@physik.uni-saarland.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.7 FermiQP

[FermiQP](#)- Fermion-Quantenprozessor ist Projekt zur Herstellung eines neuartigen Quantenprozessors, der in zwei unterschiedlichen Moden betrieben werden kann.

Projektbeschreibung: Die Architektur des Prozessors wird so designt, dass er in einem analogen Modus kurzfristig einen Quantenvorteil für spezielle Aufgaben im Bereich neuartiger Quantenmaterialien erzeugt. Im digitalen Modus, in dem der Prozessor frei programmierbar ist. Mittelfristig soll der Prozessor für spezielle aber praxis relevante Aufgaben eingesetzt werden. Dies soll ein Etappenziel hin zu einem universell einsetzbaren Quantencomputer bzw. –Prozessor sein.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert mit 13,1 Mio. € bzw. 91,6% durch das BMBF vom 31.08.2021-31.07.2025.

Projektpartner: Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Peter-Grünberg-Institut (PGI), Freie Universität Berlin - Fachbereich Physik, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, TOPTICA Photonics AG, Ludwig-Maximilians-Universität München, Fakultät für Physik, Robert Bosch GmbH (assoziiert), Covestro Deutschland AG (assoziiert).

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Christian Groß
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Tübingen
Email:christian.gross@uni-tuebingen.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.8 MIQRO

[MIQRO](#)- ist ein Projekt für die Entwicklung eines skalierbaren Quantencomputers mit Hochfrequenz-gesteuerten gespeicherten Ionen.

Projektbeschreibung: Das Ziel des Projektes ist es, einen modularen Quantencomputer bestehend aus sog. Quantenkernen zu entwickeln, welche mehrere QuBits auf Ionen Basis beinhalten. Die QuBits werden über Hochfrequenzwellen gesteuert, was durch das MAGIC (Magnetic Gradient Induced Coupling) ermöglicht wird. Der entwickelte Quantenkern soll als Bauteil für zukünftige, skalierbare Quantencomputer- betrieben mit Ionen-dienen.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: 15,5 Mio. € bzw. 96,2% durch das BMBF vom 01.05.2021-30.04.2025.

Projektpartner: Universität Siegen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf – Quantum Technology, Leibniz Universität Hannover, Institut für Quantenoptik, QUARTIQ GmbH, eleQtron GmbH (assoziiert).

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Christof Wunderlich
Universität Siegen
Email: wunderlich@physik.uni-siegen.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

Stand 23.11.2021

1.1.9 IQuAn

[IQuAn](#)- Ionen-Quantenprozessor mit HPC-Anbindung ist ein Projekt in dem ein Quantenprozessor mit Ionentechnik entwickelt und in naher Zukunft an den MOGOL-II HPC (High Performance Computing) angebunden werden.

Projektbeschreibung: Quantenprozessoren auf Ionenbasis haben gegenüber anderen Technologien den Vorteil, dass sie über eine hohe Kohärenzzeit verfügen. Das Projekt verfolgt einen neuen Ansatz zur Ansteuerung und Kopplung dieser Ionen-QuBits: Sie sollen in kleinen Registern optisch individuell adressiert und in Kombination mit weiteren Registern gekoppelt und dynamisch konfiguriert werden können. Nach erfolgreicher Konstruktion dieses Prozessors soll er an den Mainzer MOGOL II HPC angebunden und externen Nutzern zur Verfügung gestellt werden.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: Finanziert mit 12,0 Mio. € bzw. 82,4 % durch das BMBF über einen Zeitraum vom 01.01.2021 - 31.12.2024

Projektpartner: Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Forschungszentrum Jülich GmbH, TOPTICA Photonics AG, AKKA DSW GmbH

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Ferdinand Schmidt-Kaler
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
FB 08 Physik, Mathematik und Informatik - Institut für Physik

Staudingerweg 7
55128 Mainz
Phone: +49 6131 39-22279, Email: fsk@uni-mainz.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.10 MAQS

[MAQS](#)- Magnetic-Atom Quantum Simulator ist ein (europäisches) Projekt zur Erschaffung eines Quantensimulators auf Basis von magnetischen Atomen.

Projektbeschreibung: Quantensimulatoren haben den Zweck, ein Quantensystem über ein anderes besser verständliches Quantensystem zu simulieren. Ziel des Projekts ist die Implementierung eines neuen Quantensimulators mit magnetischen Atomen, die optischen Gitterstrukturen eingefangen werden sollen. Dadurch lassen sich neue Quantenphänomene und deren dynamisches Verhalten besser untersuchen. Das Projekt kooperiert dabei mit europäischen Partnern, was ein Zielvorhaben des QuantERA Projekts ist.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: Finanziert mit ca. 190.000 € (BMBF-Förderquote 100%) - deutsche Partner. Projektlaufzeit:
01.02.2020 - 31.01.2023

Projektpartner: Laboratoire de Physique de Lasers, Universität Stuttgart, École normale supérieure de Lyon, Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (Österreich), Istituto Nazionale di Ottica, The Institute of Photonic Sciences, Polskiej Akademii Nauk

Kontaktinfos:

Dr. Bruno Laburthe-Tolra
Laboratoire de Physique de Lasers
99 avenue JB Clément

Stand 23.11.2021

93430 Villeteuse

Phone: +34 149403385, Email: bruno.laburthe-tolra@univ-paris13.fr

Links/veröffentlichungen: k.A.

1.1.11 PQuMAL

[Photonische Quantenschaltkreise für quantenbasiertes maschinelles Lernen](#) ist ein Projekt zum Aufbau einer Quantenplattform für quantenmaschinelles Lernen.

Projektbeschreibung: Es existieren bereits Komponenten wie integrierte Lichtquellen für verschränkte Photonen, Quantenschaltkreise sowie Einzelphotonendetektoren, jedoch wurden diese Systeme nicht für Quantenrechner für maschinelles Lernen eingesetzt. Für diesen Zweck soll eine neue Quantenplattform mit dafür konzipierten Elementen entstehen. Dadurch lassen sich erforderliche Berechnungen für Anwendungen im Bereich maschinelles Lernen erheblich beschleunigen.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: ca. 3,3 Mio. € vom BMBF. Projektlaufzeit: 01.01.2019 - 31.12.2023.

Projektpartner: Leibniz Universität Hannover

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Michael Kues

Leibniz Universität Hannover

Hannoversches Zentrum für Optische Technologien (HOT)

Nienburger Str. 17

30167 Hannover

Phone: +49 511 762-17903, Email: michael.kues@hot.uni-hannover.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.12 QuPAD

[QuPAD](#)-Ultraschnelle Quantenschlüssel-Verteilung durch Parallelisierung der Detektionskanäle war ein Projekt zur schnelleren Generierung von QKD Schlüsseln.

Projektbeschreibung: Kern des Projekts war die Entwicklung eines Photonendetektors, der Ankunftszeiten von Photonen hochpräzise messen kann sowie die am Detektor angeschlossene Messelektronik zu parallelisieren. Durch den daraus sich ergebenden höheren Datendurchsatz lassen sich höhere QKD Verschlüsselungsraten mit einem geeigneten QKD Protokoll erzeugen.

Stand der Dinge: Das Projekt ist abgeschlossen.

Finanzierung: Wurde mit 2,2 Mio € bzw. 81,5% vom BMBF über einen Zeitraum vom 01.11.2018 - 31.05.2021 finanziert.

Projektpartner: PicoQuanT GmbH, Entropy GmbH, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Kontaktinfos:

Dr. Andreas Bültner

PicoQuanT GmbH

Rudower Chaussee 29 (IGZ)

12489 Berlin

Phone: +49 30 1208820-89, Email: buelter@picoquant.com

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.13 SiSiQ

[SiSiQ](#)-Silizium-Photonik in sicheren Quantennetzwerken beschäftigt sich mit der Entwicklung photonischer Quantentechnologien für Quantennetze.

Projektbeschreibung: Nach der Entwicklung von geeigneten Komponenten für Quantennetze wie Einzelphotonenquellen oder integrierte Siliziumschaltkreise soll die korrekte Funktionweise anhand einer Informationsübertragung in einem Quantennetzwerk verifiziert werden. Die Ergebnisse des Projekts sollen dem Aufbau eines sicheren Quantennetzes dienen.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: 3,6 Mio. € (BMBF) vom 01.09.2018 - 31.08.2023.

Projektpartner: Universität Stuttgart.

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Stefanie Barz

Phone: +49 711 685-65254

Email: barz@fmq.uni-stuttgart.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.14 QuSecure

[QuSecure](#)-Quantenkommunikations-Systeme auf Basis von Einzelphotonenquellen ist ein Projekt zum Aufbau eines Quantenkommunikationsnetzwerks mit Halbleiter-basierten Quantenlichtquellen.

Projektbeschreibung: Mit den entwickelten Hardwarekomponenten soll Quantenkommunikation ermöglicht werden, welche resistent gegenüber Lauschangriffen ist und über eine hohe erzielbare Schlüsselrate verfügt. Das QuSecure-Netzwerk wird am Campus der Technischen Universität Berlin aufgebaut.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert vom BMBF mit 2,2 Mio. €. Projektlaufzeit: 01.08.2018 - 31.07.2023.

Projektpartner: Technische Universität Berlin.

Kontaktinfos:

Dr. Tobias Heindel

Technische Universität Berlin

Fakultät II - Mathematik und Naturwissenschaften - Institut für Festkörperphysik - Sekr. - EW 5-3

Hardenbergstr. 36

10623 Berlin

Phone: +49 30 314-79993 Email: tobias.heindel@tu-berlin.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.15 QCDA

[QCDA](#)- Quantum Code Design and Architecture war ein Verbundprojekt, welches ein Design für eine neuen Generation von QuBits und Quantencodes entwickeln sollte.

Projektbeschreibung: Hintergrund ist, dass die von Kitaev vorgeschlagene Methode „*Surface codes*“ ein effektiver Weg für Quantenfehlerkorrekturen ist, jedoch für relevante Anwendungen viele Ressourcen benötigt

Stand 23.11.2021

(1 Mio. QuBits). Daher ist es nötig, neue Architekturen für QuBits und Quantencodes zu schaffen, um den Bedarf an Hardware Ressourcen zu reduzieren. Dies war das Ziel von QCDA.

Stand der Dinge: Das Projekt ist abgeschlossen.

Finanzierung: wurde mit 210000 € vom BMBF finanziert. Projektlaufzeit: 01.04.2018 - 31.03.2021

Projektpartner: Technische Universität München.

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Robert König
Technische Universität München
Zentrum Mathematik - Professur für Theorie komplexer Quantensysteme
Boltzmannstr. 3
85748 Garching
Phone: +49 89 289-17042, Email: robert.koenig@tum.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.16 QPIC-1

Das Projekt [QPIC-1](#) beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Quantenprozessors auf Basis von Photonen.

Projektbeschreibung: Es sollen die QuBits zur Speicherung von Quantenzuständen mit Photonen realisiert werden. Dies schließt auch die Entwicklung von Quantenlichtquellen zur Erzeugung einzelner Photonen sowie die benötigten Schaltkreise zur weiteren Informationsverarbeitung mit ein. Die Ergebnisse dieses Projekts sollen eine Plattform zum Bau von zukünftigen skalierbaren Quantencomputern schaffen.

Stand der Dinge: Das Projekte startete erst am 01.09.2021 und es liegen daher noch keine Informationen zum Projektstatus vorher.

Finanzierung: QPIC-1 wird mit insgesamt 17,7 Mio. € gefördert, wobei das BMBF 86,3% der Kosten trägt. Die Laufzeit des Projekts ist vom 01.09.2021-31.08.2025.

Projektpartner: Technische Universität München, Universität Paderborn, Humboldt-Universität zu Berlin, Freie Universität Berlin, Universität des Saarlandes, Ferdinand-Braun-Institut Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, DLR - Institut für optische Sensorsysteme, Q.ant GmbH

Kontaktinfos:

Projektkoordinator
Prof. Dr. Kai Müller
Technische Universität München – Walter Schottky Institut Garching
Tel.: +498928911598
Email: kai.mueller@wsi.tum.de

Links/Veröffentlichungen:

[Pressemitteilung des BMBF](#)

1.1.17 Q.Link.X

[Q.Link.X](#)- Quantenrepeater für eine abhörsichere Kommunikation über große Distanzen ist der Nachfolger des Projekts [Q.com](#) zur Realisierung von Quantenrepeatern.

Projektbeschreibung: Es sollen Quantenrepaeter im Verbundprojekt Q.Link.X auf den drei verschiedenen Plattformen Quantenpunkt- und Diamant-Farbzentren-Systeme sowie einer Kombination von atomarer und ionischer Systeme basieren, erprobt werden. Anhand eines gemeinsamen Übertragungsprotokolls für

Stand 23.11.2021

Teststrecken sollen die jeweiligen Vorteile der Plattformen evaluiert und als Ausgangspunkt für die Entwicklung hybrider Quantenrepeater genutzt werden.

Stand der Dinge: Das Projekt verfügt über eine eigene [Homepage](#), auf der Informationen zum Projekt veröffentlicht sind. Das Projekt ist bereits abgeschlossen: 08/2018 - 07/2021.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Verbundkoordinator), Technische Universität München, Technische Universität Dortmund, Technische Universität Berlin, Universität Stuttgart, Universität Paderborn, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Freie Universität Berlin, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, Ruhr-Universität Bochum, Leibniz Universität Hannover, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Universität Bremen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universität Ulm, Humboldt-Universität zu Berlin, Universität Kassel, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Karlsruher Institut für Technologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, HighFinesse Laser and Electronic Systems GmbH Tübingen, Swabian Instruments GmbH, Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Berlin

Kontaktinfos:

Dr. Marianne Lenzen

Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn

Wegeler Straße 8

53115 Bonn

Email: qlinkx@uni-bonn.de

Links/Veröffentlichungen:

Webseite des Projekts: <https://qlinkx.de/>

1.1.18 QR.X

QRX- Sichere faserbasierte Quantenkommunikation ist das Nachfolgeprojekt von Q.Link.X (s. [1.1.17](#)).

Projektbeschreibung: Das Projekt schließt an das Projekt Q.Link.X an und die Entwicklung von drei Quantenrepeatern auf drei unterschiedlich Plattformen zum Ziel.

Stand der Dinge: k.A.- Projekt läuft erst seit August 2021.

Finanzierung: 35,4 Mio € bzw. 98% vom BMBF über einen Zeitraum vom 08/2021 bis zum 07/2024.

Projektpartner: Universität des Saarlandes (Verbundkoordinator), Ludwig-Maximilians-Universität München, Humboldt-Universität zu Berlin, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Universität Kassel, Universität Ulm, Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut Berlin, Deutsche Telekom AG Bonn, Ruhr-Universität Bochum, Universität Würzburg, Technische Universität Dortmund, Universität Paderborn, Universität Stuttgart, Technische Universität Berlin, Leibniz Universität Hannover, Leibniz-Institut (IFW) Dresden, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Rheinisch Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, Technische Universität München, Freie Universität Berlin, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universität Bremen, HighFinesse Laser and Electronic Systems GmbH Tübingen, QUBIG GmbH München

Kontaktinfos: k.A.

Links/Veröffentlichungen: k.A.

Stand 23.11.2021

1.1.19 QuICHE

[QuICHE](#)- Effizientere Methoden der Datenübertragung für Quantenkommunikation untersucht die höherdimensionale Kodierung von QuBits.

Projektbeschreibung: Es soll das Potential und die Nutzbarmachung von höher dimensionaler Kodierung durch Überlagerung von Quantenzuständen in sog. Qudits untersucht werden. Ziel ist es, dadurch neue zuverlässige Protokolle für die Übertragung von Quanteninformationen zu schaffen.

Das Projekt wird auch im Rahmen des europweiten Projekts QuantERA koordiniert.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert mit 0,5 Mio. € durch das BMBF (deutsche Partner). Projektlaufzeit: 03/2020-02/2023.

Projektpartner: INFN – Sezione di Pavia (Verbundkoordinator), Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universität Paderborn, Imperial College London, Centre national de la recherche scientifique, Laboratoire PhLAM, University of Warsaw

Kontaktinfos:

Koordinator

Chiara Macchiavello (INFN, IT)

Links/Veröffentlichungen:

Projekt auf QuantERA Seite: s. [hier](#)

1.1.20 ShoQC

[ShoQC](#)- Zuverlässige Quantenkommunikation in lokalen Netzwerken ist ein Projekt zur Umsetzung einer Quantenversion von LAN.

Projektbeschreibung: Im Fokus von ShoQC stehen kurze LAN Verbindungen auf optischer Basis, die zum Beispiel innerhalb eines Gebäudes in Zukunft Quantenrechner vernetzen und Quantenzustände übertragen. Bei derart kurzen Verbindungen können zusätzliche Freiheitsgrade wie Phase und Amplitude genutzt werden, jedoch ist dafür auch eine zuverlässige Quantenfehlerkorrektur nötig, die ebenfalls im Rahmen des Projekts behandelt wird.

Das Projekt wird auch im Rahmen des europweiten Projekts QuantERA koordiniert.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert mit 0,5 Mio. € durch das BMBF (deutsche Partner). Projektlaufzeit: 02/2020-01/2023.

Projektpartner: Johannes-Gutenberg-Universität (Verbundkoordinator), Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Université libre de Bruxelles, Technical University of Denmark, Sorbonne Université, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto Nazionale di Ottica, Univerzita Palackeho v Olomouci.

Kontaktinfos:

Koordinator:

Peter van Loock (Universität Mainz)

Links/Veröffentlichungen:

Projekt auf QuantERA Seite: s. [hier](#)

Stand 23.11.2021

1.1.21 FLOQI

FLOQI- Ein Schlüsselkasten für sichere Kommunikation im Internet der Dinge – Full-Lifecycle-Post-Quantum-PKI beinhaltet die Entwicklung einer Quantencomputer resistenten PKI.

Projektbeschreibung: Für die Umsetzung einer resistenten PKI im Quantenzeitalter werden Post Quantum Verschlüsselungsverfahren für drei Plattformen implementiert und in drei Demosarten erprobt. Die entwickelten Verfahren sollen in den Bereichen Automobilindustrie, Industrie 4.0. und dem Finanzwesen zum Einsatz kommen.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert mit 4,28 Mio. € bzw. 55% durch das BMBF. Projeklaufzeit: 12/2019 - 11/2022

Projektpartner: operational services GmbH & Co.KG, Technische Universität Berlin, Fraunhofer AISEC, Robert Bosch GmbH, ESCRYPT GmbH, Diebold Nixdorf GmbH, BMW AG, D-Trust GmbH.

Kontaktinfos:

Fraunhofer AISEC

Benjamin Zengin

Email: benjamin.zengin@aisec.fraunhofer.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.22 QuaSiModO

QuaSiModO (Quanten-Sichere VPN-Module und –Operationsmodi)- ist ein Projekt zur Impelementierung von quantensicheren virtuellen privaten Netzwerken (VPN).

Projektbeschreibung: Im Rahmen von QuaSiModO sollen Algorithmen aus dem Bereich untersucht und in neue VPN Implementierungen integriert werden. Diese VPN Verbindungen sollen so resistent gegen Angriffe von Quantencomputern gemacht werden.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert mit 1,62 Mio. € bzw. 67% durch das BMBF. Projeklaufzeit: 09/2019 - 08/2022.

Projektpartner: genua GmbH (Verbundkoordinator), ADVA Optical Networking SE, Ludwig-Maximilians-Universität, Fraunhofer AISEC.

Kontaktinfos:

Genua GmbH

Domagkstr. 7

85551 Kirchheim

Deutschland

Tel.: 49 89 991950 169

Links/Veröffentlichungen:

Pressemitteilungen: s. [hier](#)

Auf der Website von Genua GmbH:

<https://www.genua.de/knowledgebase/neues-forschungsprojekt-quasimodo-gestartet>

Stand 23.11.2021

1.1.23 QuantumRISC

[QuantumRISC](#) hat zum Ziel, Verfahren der Post-Quanten-Kryptografie von der Theorie in die Anwendung zu bringen.

Projektbeschreibung: Neben dem Ziel, Verfahren der Post Quantum Kryptografie (PQC) praxistauglich umzusetzen, steht das Hardware Software Co Design zur Einbettung von PQC Verfahren in (Hardware-)Systeme im Fokus von QuantumRISC.

Stand der Dinge: Die Ergebnisse des Projekts werden auf der Homepage des Projekts unter [Ergebnisse](#) veröffentlicht.

Finanzierung: finanziert mit 3,64 Mio. € bzw. 82% durch das BMBF. Projektlaufzeit: 09/2019 - 08/2022.

Projektpartner: Fraunhofer SIT (Verbundkoordinator), Continental Teves AG & Co. OHG, Elektrobit Automotive GmbH, MTG AG, Hochschule RheinMain University of Applied Sciences Wiesbaden Rüsselsheim, Ruhr-Universität Bochum, Technische Universität Darmstadt.

Kontaktinfos:

Dr. Michael Kreutzer

Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie

komm. Abteilungsleitung Advanced Cryptographic Engineering

Telefon: +49 6151 869348

E-Mail: michael.kreutzer@sit.fraunhofer.de

Links/Veröffentlichungen:

Homepage des Projekts: <https://www.quantumrisc.de/index.html>

1.1.24 QuantiCor

[QuantiCor](#) war ein Projekt zur Umsetzung Quantencomputer-resistente Sicherheitslösungen für das Internet der Dinge.

Projektbeschreibung: Quanticor beschäftigte sich vorwiegend mit der Integration neuer Verschlüsselungsverfahren in ressourcenschwache Geräte wie Sensoren für das Internet der Dinge. Diese Verfahren dienen zur Absicherung der Datenübertragung gegenüber Quantencomputer von/zu solchen Geräten.

Stand der Dinge: das Projekt ist abgeschlossen: 07/2019 - 12/2020.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: QuantiCor Security GmbH

Kontaktinfos:

QuantiCor Security GmbH

Heinrich Hertz Str. 6

64295 Darmstadt

Telefon: +49 6151 627 6 283

Mail: info@quanticor-security.de

Links/Veröffentlichungen:

Homepage von Quanticor: <https://quanticor-security.de/>

1.1.25 QUBE

[QUBE](#) war ein Projekt für die sichere Satellitenkommunikation mit Quantenschlüsseln.

Projektbeschreibung: Im Fokus dieses Projekts stand die Hardwareentwicklung für Satelliten, die zur Übertragung und Generierung von Quantenschlüsseln genutzt werden sollen. Dabei kommen preiswerte Kleinsatelliten sog. Cube-Sats zum Einsatz. Zu den Zielen von QUBE gehörte auch der Aufbau einer Bodenstation, mit der Quantenzustände zu den Satelliten übertragen werden.

Stand der Dinge: Das Projekt ist abgeschlossen. Projektlaufzeit: 08/2017 - 07/2020.

Finanzierung: wurde mit 3,12 Mio. € bzw. zu 97% durch das BMBF finanziert.

Projektpartner: Ludwig-Maximilians-Universität (Verbundkoordinator), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. - Institut für Kommunikation und Navigation, Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, OHB System AG, Zentrum für Telematik e. V.

Kontaktinfos:

Gruppenleiter:

Dr.-Ing. Michael Schnell

Group Leader

German Aerospace Center

Institute of Communications and Navigation, Communications Systems

Oberpfaffenhofen-Wessling

Tel.: +49 8153 28-2858

Links/Veröffentlichungen:

Pressemitteilung c't vom 16.07.2019:

<https://www.heise.de/ct/artikel/Sichere-Schlüssel-vom-Satelliten-4460702.html>

1.1.26 HQS

[HQS](#) (Hardwarebasierte Quantensicherheit) war ein Projekt zur sicheren Datenverschlüsselung durch Quantenkommunikation.

Projektbeschreibung: HQS beschäftigte sich mit der Entwicklung von Hardwarekomponenten für die Quantenkryptographie (QK). Neben der Umsetzung eines sicheren Quantenschlüsselaustauschs sollte die QK zur Authentifizierung von Sender und Empfänger verwendet werden.

Stand der Dinge: Das Projekt ist abgeschlossen. Projektlaufzeit: 01/2017 - 12/2019.

Finanzierung: wurde mit 1,82 Mio. € bzw. zu 86% durch das BMBF finanziert.

Projektpartner: Ludwig-Maximilians-Universität (Verbundkoordinator), Heinrich-Heine-Universität, Technische Universität München, Rohde & Schwarz SIT GmbH, Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, noris network AG, Tesat-Spacecom GmbH.

Kontaktinfos: k.A.

Links/Veröffentlichungen: k.A.

1.1.27 Q-Exa

Das Projekt Q-Exa (Quantencomputer-Erweiterung durch Exascale-HPC) hat zum Ziel einen Quantencomputer-Demonstrator zu entwickeln und diesen am Leibniz Rechenzentrum (LRZ) zu integrieren.

Projektbeschreibung: Der Quantencomputer-Demonstrator soll aus 20 supraleitenden QuBits bestehen und in das geplante Exascale-System am Leibniz Rechenzentrum integriert werden.

Stand der Dinge: k.A.: Projekt startete erst am 15.11.2021.

Finanzierung: Das Projektvolumen beträgt 45,3 Mio. €. Der Anteil des BMBF liegt bei 40,3 Mio. €. Projektlaufzeit: 2021-2024.

Projektpartner: IQM Germany GmbH (Projektleitung), Leibniz Rechenzentrum, HQS Quantum Simulations, science + computing AG (Atos).

Kontaktinfos: k.A.

Links/Veröffentlichungen:

Pressemitteilung(15.11.2021):

<https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2021/11/151121-Q-Exa.html?view=renderNewsletterHtml>

1.2 DLR

Das [Institut für Quantentechnologien](#) vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Ulm entwickelt Präzisionsinstrumente für Raumfahrtanwendungen auf Basis von Quantentechnologie.

Projektbeschreibung: Die Präzisionsmessinstrumente sollen in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern zur Prototypenreife gebracht werden. Das Institut arbeitet dabei auch mit dem Institut für Satellitengeodäsie und Trägheitssensorik in Hannover und dem Galileo Kompetenzzentrum in Oberpfaffenhofen zusammen. Ein weiteres Forschungsgebiet dieses Instituts ist die Implementierung von Quantenkommunikation in Satelliten.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: Institut für Satellitengeodäsie und Trägheitssensorik in Hannover, dem Galileo Kompetenzzentrum in Oberpfaffenhofen, Bose Einstein Condensate and Cold Atom Laboratory (BECCAL)

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Wolfgang Schleich
Kommissarischer Institutsdirektor Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Quantentechnologien Ulm
Tel.: +49 731 50-23080

Susanne Reif
Kommissarische Leiterin Administration und Infrastruktur
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Quantentechnologien Ulm
Tel.: +49 2203 601-4663

Veröffentlichungen/Links: Die Liste der Veröffentlichungen ist in der [Literaturdatenbank](#) des DLR gespeichert.

1.3 Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

1.3.1 dect.bw (Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung)

Das [dtec.bw](#) ist ein von den Bundeswehr-Universitäten getragenes wissenschaftliches Zentrum und Bestandteil des Konjunkturprogramms der Bundesregierung zur Überwindung der COVID-19-Krise. Die Federführung liegt bei der Universität der Bundeswehr München. Die Mittel vom Geschäftsbereich BMVg werden an beiden Universitäten der Bundeswehr zur Finanzierung von Forschungsprojekten und Projekten zum Wissens- und Technologietransfer (insbesondere zu Förderungen von Gründungen) eingesetzt.

1.3.1.1 MuQuaNet

Projektstart/-laufzeit: 01.10.2020 bis 31.12.2024

Projektbeschreibung:

Use Case 1: Zivile Anwendung ADRIAN:

Überwachung von Apps und Analyse der gesammelten Daten. Abgleich erfolgt mit Social-Media-Profilen um potenzielle Ziele zu identifizieren und Gefährdungspotenzial zu erkennen. Hochsensible Daten sollen mit QKD übertragen werden.

Use Case 2: Militärische Anwendung

Sichere Fernwartung von militärischen Plattformen. Dazu soll ebenfalls das sichere QKD-Netz verwendet werden.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: k.A.

Kontaktinfos:

Prof. Dr. Udo Helmbrecht
Universität der Bundeswehr München
Forschungsinstitut CODE

2 Bund und Länder

2.1 DFG

2.1.1 Quantum Alliance

Die [Quantum Alliance](#) ist ein Konsortium aus Exzellenz-Clustern und Forschungseinrichtungen in Deutschland, die sich mit Quantenwissenschaften und –Technologien beschäftigt. Das Konsortium besteht aus sechs Teilnehmern:

2.1.1.1 Ct.qmat

Das Exzellenz-Cluster [Ct.qmat](#) ist eine Kooperation zwischen der Universität Würzburg und TU Dresden.

Projektbeschreibung: der Themenschwerpunkt dieses Clusters liegt in der Erforschung topologischer und komplexer Quantenmaterie. Ziel ist es, ein allgemein besseres Verständnis von Quantenphänomenen zu bekommen und Materialien zu identifizieren, in denen sich diese Phänomene beobachten lassen.

Stand der Dinge: Forscher von Ct.qmat haben herausgefunden, in welchem Mindestabstand Elektronen in Drähten aus Quantenmaterialien fließen müssen, um Strom verlustfrei zu leiten (02.07.2021).

Finanzierung: Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder

Projektpartner: Julius Maximilians-Universität Würzburg, TU Dresden, The Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Leibniz Institute for Solid State and Materials Research, Max-Planck-Institute for Chemical Physics of Solids, Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Bavarian Center for Applied Energy Research,

Kontaktinfos:

Ralph Claessen	☎+49 931 31-85732	✉ claessen@physik.uni-wuerzburg.de
Katharina Leiter	☎+49 931 31-81984	✉ katharina.leiter@uni-wuerzburg.de
Matthias Vojta	☎+49 351 463-34135	✉ matthias.vojta@tu-dresden.de
Alina Markova	☎+49 351 463-33851	✉ alina.markova@tu-dresden.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

2.1.1.2 CUI: Advanced Imaging of Matter

Seit 2012 arbeiten Wissenschaftler unter dem Cluster Hamburg Centre for Ultrafast Imaging (CUI). Die erste Projektphase war von 2012 bis 2018. Die zweite Projektphase unter dem Cluster-Namen „[CUI: Advanced Imaging of Matter](#)“ ist 2019 gestartet und läuft bis 2025.

Projektbeschreibung: Neben der korrelierten Bewegung von Elektronen und Atomen soll transiente Supraleitung mit Licht bei Raumtemperatur stabilisiert werden.

Stand der Dinge: Forscher des Projekts konnten zeigen, wie sich innerhalb der Bandlücke eines Supraleiters elektronische Bänder bilden, wenn Magnetketten auf seiner Oberfläche zusammengesetzt werden.

Finanzierung: Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder

Projektpartner: Helmholtz-Zentrum Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY), European XFEL GmbH (XFEL), Max-Planck-Institut für Struktur und Dynamik der Materie (MPSD)

Kontaktinfos:

Sprecher:

Prof. Dr. Henry Chapman henry.chapman@desy.de
Prof. Dr. Klaus Sengstock klaus.sengstock@physnet.uni-hamburg.de
Prof. Dr. Horst Weller horst.weller@chemie.uni-hamburg.de

Geschäftsstelle:

Luruper Chaussee 149 Gebäude 610 22761 Hamburg
Tel.: +49 40 42838-2409
E-Mail: cui.office@cui.uni-hamburg.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

2.1.1.3 ML4Q

Das Exzellenzcluster Licht und Materie für Quanteninformation [ML4Q](#) wird seit 2019 im Rahmen der Exzellenzstrategie der Deutschen Forschungsgesellschaft gefördert.

Projektbeschreibung: Es sollen neue Computer und Netzwerkarchitekturen geschaffen werden, die auf quantenmechanischen Prinzipien aufbauen. Diese sollen durch Fehlerkorrekturprotokolle geschützt und mit einem zukünftigen Quanteninternet verbunden werden.

Stand der Dinge: Titel der letzten beiden Veröffentlichungen: „[Training Quantum Embedding Kernels on Near-Term Quantum Computers](#)“, „[Efficient difference frequency generation for quantum frequency conversion in a multimode PPLN-waveguide](#)“

Finanzierung: wird von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) gefördert

Projektpartner: Verbundprojekt der Universitäten Köln, Aachen, Bonn sowie des Forschungszentrums Jülich

Kontaktinfos:

Sprecher:

Prof. Yoichi Ando, Ph.D., Institute of Physics II,
University of Cologne Zùlpicher Straße 77 50937 Cologne, Germany
Tel: +49-221-470-3570, E-mail: ando@ph2.uni-koeln.de

ML4Q Office:

Cluster of Excellence ML4Q Matter and Light for Quantum Computing
University of Cologne Pohligstr. 3, 50969 Cologne, Germany
E-mail: [ml4q-office\(at\)uni-koeln.de](mailto:ml4q-office(at)uni-koeln.de)

Links/Veröffentlichungen: k.A.

2.1.1.4 MCQST

Das Munich Center for Quantum Science and Technology ([MCQST](#)) wurde im Rahmen der Exzellenz Strategie der DFG gegründet und besteht aus sieben Forschungsgruppen.

Projektbeschreibung: Im Fokus der Forschungstätigkeit dieser sieben Gruppen stehen Fragen und Problemstellungen rund um die Themen Quantencomputer und Quanteninformationstechnik: Verschränkung in Quantenvielteilchensystemen, Instabilität von Quanteninformationen, Speicherung von Quanteninformationen über längere Zeiträume, Quantenfehlerkorrektur und Einbettung von Quantenhardware in technische Systeme.

Stand der Dinge: Titel der letzten beiden Veröffentlichungen: „Exciton g-factors in monolayer and bilayer WSe₂ from experiment and theory“ und „Coherent Control in the Ground and Optically Excited States of an Ensemble of Erbium Dopants“. (s. [hier](#))

Finanzierung: gefördert durch die DFG im Rahmen der Exzellenz Initiative

Projektpartner: Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), technische Universität München (TUM), Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Walther-Meißner-Institut und Deutsches Museum

Kontaktinfos:

Munich Center for Quantum Science and Technology,
Schellingstr. 4, D-80799 München
Email: info@mcqst.de, Phone: +49 89 2180 – 6129

Links/Veröffentlichungen: k.A.

2.1.1.5 Quantum Frontiers

Das Exzellenzcluster [QuantumFrontiers](#) ist ebenfalls Teil der Quantum Alliance und umfasst die Forschungsschwerpunkte Quantenoptik und Gravitationsphysik.

Projektbeschreibung: Durch die Kombination von Quanten- und Nanometrologie sollen neue Messinstrumente entstehen, die eine viel höhere Messgenauigkeit als herkömmliche Messinstrumente haben. Forschungsinhalte sind u.a.: optische Atomuhren, neue Quantenstandards, chipbasierte kompakte Atomoptik und Nanophotonik.

Stand der Dinge: Eine Liste der bisherigen Veröffentlichungen und Forschungsergebnisse befindet sich [hier](#).

Finanzierung: Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC-2123 QuantumFrontiers – 390837967

Projektpartner: Leibniz Universität Hannover, Technische Universität Braunschweig, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Albert-Einstein-Institut, Laser Zentrum Hannover e.V., Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation,

Kontaktinfos:

Leibniz Universität Hannover Exzellenzcluster QuantumFrontiers,
QUEST Leibniz Forschungsschule
Callinstraße 36 30167 Hannover
Tel.: +49 511 762 17240
E-Mail: office@quantumfrontiers.uni-hannover.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

2.1.1.6 IQST

Das Zentrum für integrierte Quantenwissenschaften und Technologie ([IQST](#)) ist ein Exzellenzcluster; es wurde 2014 gegründet und ist Mitglied der Quantum Alliance.

Projektbeschreibung: Das Ziel des IQST ist es, Quantenwissenschaften und –Technologie als neues interdisziplinäres Forschungsgebiet über klassische Forschungsfelder hinaus zu etablieren. Dies soll durch folgende Maßnahmen erreicht werden: Ausbau der Kontakte zu Industrie-Partnern, Ausbildung von Wissenschaftlern auf dem Gebiet Quantenwissenschaften und Technologie sowie Schaffung einer Forschungsgruppe zum Thema Quantensensorik. Das IQST forscht an folgenden vier Themenbereichen: Quantenphysik, Quantenmaterialien, Quantum Engineering und Quantentechnik bzw. Anwendungen.

Stand der Dinge: Das IQST betreut bereits drei Initiativen, um die angestrebten Ziele umzusetzen.

QSENS: Dieses Projekt kooperiert zusammen mit Industriepartnern, um Quantensensoren für zukünftige Anwendungen zu entwickeln und sie zur Marktreife bringen.

QRydDemo: Es soll ein Demonstrator für einen Quantencomputer mit mehreren 100 QuBits auf Basis von kontrollierten Rydberg Atomen realisiert werden.

QTBW.net: Das Kompetenznetzwerk für Quantentechnologie in Baden-Württemberg (BW) hat zum Ziel, Forschung und Entwicklung sowie Anwendungen im Bereich Quantentechnologie in BW zu bündeln.

Finanzierung: gefördert wird das IQST von folgenden Partnern: Carl-Zeiss-Stiftung, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst BW, Universität Ulm, Universität Stuttgart

Projektpartner: Universität Ulm, Universität Stuttgart, Max-Planck-Institut für Festkörperphysik

Kontaktinfos:

Christine Heuschmid, IQST Management Office Ulm University,
Institute for Complex Quantum Systems Albert-Einstein-Allee 11 D- 89081 Ulm Germany
Tel: ++49 731 50 22875

Prof. Dr. Joachim Ankerhold, Director IQST Ulm University Institute for Complex Quantum Systems
Albert-Einstein-Allee 11 89081 Ulm, Germany
Tel: ++49 731 50 22831
Secretary: ++ 49 / 731 / 50-22830
joachim.ankerhold@uni-ulm.de

Prof. Dr. Tilman Pfau, Director IQST University of Stuttgart 5th Institute of Physics,
Pfaffenwaldring 57 70550 Stuttgart, Germany
Tel.: ++49 711 685 68025

Secretary: ++49 711 685 64820
t.pfau@physik.uni-stuttgart.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3 Länder

3.1 FNQ Länder Verbund

Finanziert durch das jeweilige Bundesland bzw. Bundesländer, gründet die Fraunhofer Gesellschaft (FG) sieben Kompetenzzentren zu Thema Quanten-Computing im Rahmen des Fraunhofer-Kompetenznetzwerks Quanten-Computing (FNQ) in Deutschland.

Das Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing ([FNQ](#)) soll als nationales Netzwerk auf Basis von sieben Kompetenzzentren fungieren. Die sieben [Kompetenzzentren](#) der Fraunhofer Gesellschaft (FG) befinden sich derzeit noch im Aufbau und haben unterschiedliche Forschungsschwerpunkte. Die einzelnen Kompetenzzentren werden aus Fraunhofer Instituten in den einzelnen Bundesländern gebildet. Die Geschäftsstelle dieses Netzwerks befindet sich in der Fraunhofer Zentrale in München.

Projektbeschreibung: Das Netzwerk soll eine Anlaufstelle für diejenigen schaffen, die Forschung an und mit Quantencomputern betreiben wollen.

Stand der Dinge: Das Kompetenzzentrum Baden-Württemberg verfügt mittlerweile über den ersten IBM Quantencomputer mit 27 supraleitenden QuBits (IBM System One) in Deutschland. Das BayQS Kompetenzzentren ist Teil des MQV (Munich Quantum Valley). Siehe 1.3.1.2.

Finanzierung: erfolgt durch die jeweiligen Bundesländer

Kontaktinfos:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
Postfach 20 07 33 80007 München
Telefon +49 89 1205-0

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3.2 Bayern

3.2.1 Bayerische Quanteninitiative (Munich Quantum Valley)

Am 01 Januar 2021 startete die Gemeinschaftsinitiative [MQV](#) (Munich Quantum Valley) deren Ziel es ist, ein Zentrum für Quantentechnologie zu schaffen und Bayern bzw. Deutschland zu einem weltweit führenden Standort für diese Technologie zu machen.

Projektbeschreibung: Im Rahmen des MCV sollen drei Zentren für Themengebiete aus dem Bereich der Q-Technologie entstehen: Zentrum für Q-Computing und Q-Technologies (ZQQ), Ein Quanten-Technologie Park sowie ein Qualifikations- und Trainingscenter. Der Technologiepark soll die Infrastruktur zur Fertigung von Q-Geräten bereitstellen, das ZQQ kooperiert mit der Industrie und arbeitet an der Realisierung eines Quantencomputers. Das dritte Zentrum konzentriert sich auf Ausbildung und Lehre im Bereich Quantentechnologie.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: gefördert vom Freistaat Bayern mit 300 Mio. € von 2021-2025.

Projektpartner: Bayerische Akademie der Wissenschaften, Fraunhofer Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft (MPG), Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und technische Universität München

Kontaktinfos:

Phone: +49 89 2180 2496

Email: info@munich-quantum-valley.de

Links/Veröffentlichungen:

News zu MCV: <https://www.munich-quantum-valley.de/news-and-events/news/>

Strategiepapier MCV: <https://www.mpg.de/16169826/munich-quantum-valley-strategiepapier.pdf>

3.2.1.1 Leibniz Rechenzentrum (LRZ)

Das Leibniz Rechenzentrum eröffnete im März 2021 das Quantum Integration Centre ([QIC](#)) welches als Teil des LRZ die Aktivitäten im Bereich Quanten-Computing vereint. Das QIC ist auch Partner der Munich Quantum Valley ([MQV](#)) Initiative. Das LRZ hat bereits die Atos-Quantum Learning Machine (Atos QLM) - den derzeit weltweit leistungsstärksten Quantensimulator in Betrieb genommen. Dieser dient zur Durchführung von Simulationen und Algorithmen für Quanten-Computing (ohne Quanten Hardware). Zusammen entwickelt das LRZ mit dem Unternehmen IQM und weiteren Partnern Quantenprozessoren.

PROJEKTDESCHEIBUNG: Das QIC soll ein Service für Wissenschaftler rund um das Thema Quanten-Computing aufbauen und Hard- bzw. Software zur Integration Quanten- ins Super-Computing sein. Außerdem soll über das QIC der internationale Austausch mit Wissenschaftlern zum Thema Quantentechnologie gefördert werden. Im Rahmen der MQV-Initiative ist das QIC zusammen mit anderen Projektpartnern an der Implementierung des MQV beteiligt.

Stand der Dinge: Das QIC wie auch das MQV befinden sich derzeit noch in der Aufbauphase. Das LRZ ist auch zusammen mit IQM am Projekt DAQC beteiligt.

Finanzierung: QIC unbekannt; das MQV wird mit 300€ vom Freistaat Bayern bis 2025 gefördert.

Projektpartner: IQM; MQV: siehe MCV.

Kontaktinfos:

LRZ

Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Boltzmannstraße 1 85748 Garching b. München Telefon: +49(0)89 - 35831 8000 presse@lrz.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3.2.2 BayQS

Das [BayQS](#) (Bayerische Kompetenzzentrum Quanten Security and Data Science BayQS) beschäftigt sich mit der Ausarbeitung von Grundlagen für eine einfache, vertrauensvolle Nutzung von Quantencomputing

Projektbeschreibung: Das BayQS forscht dazu auch an relevanten Software-Fragestellungen im Zusammenhang von Quanten-Computing, wie z.B. die Unterstützung der Industrie bei der Identifikation von Quantenvorteilen bei praxisrelevanten Problemen. Die Erforschung und Entwicklung von Grundlagenkonzepten und Lösungen sowie Evaluierung von Prototypen im Bereich Quantencomputing ist in drei Themengebiete unterteilt: Sichere Quantencomputing Programmierung & Plattformen, Robustes Quantencomputing und Quantencomputing gestützte (hybride) Optimierung.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: gefördert durch das bayrische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie.

Projektpartner:

Fraunhofer IKS, Fraunhofer IIS, Fraunhofer AISEC (Leitung): Diese drei Institute bilden im Rahmen des Kompetenznetzwerks Quantencomputing der Fraunhofer-Gesellschaft ([FNQ](#)) das Kompetenzzentrum BayQS

Stand 23.11.2021

Das BayQS ist auch am MQV (Munich Quantum Valley) beteiligt.

Weitere Partner: Leibniz-Rechenzentrum, LMU München, TU München

Kontaktinfos:

Pascal Debus
Cognitive Security Technologies
Fraunhofer AISEC
Lichtenbergstraße 11
85748 Garching b. München
Telefon: +49 89 3229986-180
Email: pascal.debus@aisec.fraunhofer.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3.2.3 FAU

3.2.3.1 LQT

Der Lehrstuhl für Quantentheorie ([LQT](#)) forscht auf den Gebieten supraleitende Schaltkreise, Simulation von Quantenvielteilchensystemen und Algorithmen für Quantenhardware.

Der Leiter des Lehrstuhls, Prof. Dr. Hartmann war im Jahr 2019 an der Entwicklung des Google Sycamore Prozessors beteiligt. Mit diesem Prozessor war es möglich, Rechenoperationen auf einem Quantencomputer auszuführen und es konnte gezeigt werden, dass die Rechenleistung des Quantencomputers die eines herkömmlichen PCs bei weitem übersteigt.

Der Lehrstuhl arbeitet eng mit dem Max-Planck-Instituts des Lichts ([MPL](#)) in Erlangen in Form einer assoziierten Gruppe zusammen (s. [hier](#)).

Kontaktinfos:

Lehrstuhlinhaber:
Prof. Dr. Michael J. Hartmann
Institute of Theoretical Physics
Raum 02.783
Staudtstr. 7, 91058 Erlangen
Phone: +49 9131 85-28461
Email: michael.j.hartmann@fau.de

Links/Veröffentlichungen:

FAU Pressemitteilung zu Sycamore: <https://www.fau.de/2021/07/news/wissenschaft/ein-meilenstein-auf-fuenf-quadratzentimetern/>

3.2.4 MPL

Am Max-Planck Institut für die Physik des Lichts ([MPL](#)) in Erlangen ist die [Forschungsgruppe](#) von Prof. Marquardt auf dem Gebiet der Quantenkommunikation tätig. Der Schwerpunkt der Forschung liegt dabei dem Gebiet der Quantenkommunikation mit kontinuierlichen Variablen und umfasst neue, nicht-klassische Lichtquellen, Quanteninformations-Protokolle und Quanten-Messungen.

Kontaktinfos:

Leiter der Forschungsgruppe:
Christoph Marquardt
Phone: +49 9131 7133116, Email: christoph.marquardt@mpl.mpg.de

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://mpl.mpg.de/de/forschung-am-mpl/forschungsgruppen/forschungsgruppe-marquardt/publikationen/>

3.3 Baden-Württemberg (FNQ)

3.3.1 Kompetenzzentrum Quanten-Computing Baden-Württemberg

Das [Kompetenzzentrum Baden-Württemberg](#) ist eines von sieben länderübergreifenden Kompetenzzentren, die im Rahmen des Fraunhofer-Kompetenznetzwerks Quantencomputing ([FNQ](#)) gegründet werden sollen.

Stand der Dinge: Das Kompetenzzentrum Baden-Württemberg verfügt mittlerweile über den ersten IBM Quantencomputer mit 27 supraleitenden QuBits (IBM System One) in Deutschland. Dieser befindet sich in Stuttgart/Ehningen und steht u.a. akademischen Einrichtungen für Forschungszwecke zur Verfügung (s [hier](#)). Jedoch muss ein Nutzungsvertrag mit der FG abgeschlossen werden (s. [hier](#)).

Finanzierung: Innerhalb Kompetenzzentrum BaWü: Förderung durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus BaWü (2021-2022)

Projektpartner: IBM, Fraunhofer IAF (Koordination), Fraunhofer IAO

Kontaktinfos:

Fraunhofer IAF (Teil des Kompetenzzentrums BaWü)
Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF
Tullastraße 72 79108 Freiburg
info@iaf.fraunhofer.de

Telefon +49 761 5159-0

Für Fragen rund um den IBM One muss ein Kontaktformular ausgefüllt werden.

Links/Veröffentlichungen:

IBM System One in BaWü: <https://www.ibm.com/blogs/think/de-de/2021/06/quantum-system-one/>

3.4 Niedersachsen

3.4.1 QVLS

Das Quantum Valley Lower Saxony ([QVLS](#)) ist eine Gemeinschaftsinitiative von Industriebetrieben und öffentlichen Einrichtungen in Niedersachsen.

Projektbeschreibung: Es soll bis zum Jahre 2025 ein Quantencomputer (QVLS-Q1) mit 50 QuBits auf der Basis von Ionenfallen realisiert werden.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: finanziert von der Volkswagen-Stiftung und dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur. In den nächsten 5 Jahren 25 Mio. € für den Bau des QVLS-Q1 Computers.

Projektpartner: Leibniz Universität Hannover, Technische Universität Braunschweig, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Albert-Einstein-Institut, Institut für Satellitengeodäsie und Inertialsensorik, Sartorius, NiedersachsenMetall, QubeDot

Kontaktinfos:

Quantum Valley Lower Saxony
Callinstr. 36

Stand 23.11.2021

30167 Hannover

E-Mail: minfo@qvls.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3.5 Sachsen

3.5.1 Sächsische-Initiative: Modulare Nanoelektronik für die Quantenkommunikation

Derzeit sind noch keine näheren Informationen zu dieser sächsischen Initiative verfügbar. Auf der Seite ([Link](#)) werden Informationen zu diesem Projekt vermutlich in der Zukunft bereitgestellt.

Kontaktinfos:

Dr. Kay-Uwe Giering und Dr. Roland Jancke (beide Fraunhofer IIS (EAS))

3.6 Thüringen

3.6.1 Thüringer-Initiative: Quantum Engineering

<https://www.iof.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2020/eroeffnung-quantenapplikationslabor-erfurt.html>

Kontaktinfos:

Markus Selmke und Julian Gritsch (beide QuNET-Office Fraunhofer IOF)

Links/Veröffentlichungen: k.A.

3.6.1.1 Quantenapplikationslabor

Ein Projekt um Thüringen als Standort für Quantentechnologien zu festigen. Der Forschungsschwerpunkt liegt auf Quantenkommunikation

Projektbeschreibung: Experimente sollen zwischen [Fraunhofer-Projektzentrum MEOS in Erfurt](#) und dem Fraunhofer IOF in Jena durchgeführt werden.

Projektpartner: Fraunhofer IOF

Stand der Dinge: Eröffnung am 02.09.2020

Finanzierung: Das Land fördert die Einrichtung mit 1,3 Mio. €

Kontaktinfos:

Dr. Robert Kammel

Leiter Strategie / Marketing / Kommunikation

Fraunhofer IOF

Albert-Einstein-Str. 7

07745 Jena

Telefon +49 3641 807-394

robert.kammel@iof.fraunhofer.de

Links/Veröffentlichungen: k.A.

Europa

1 Digital Europe Programm

Das [Digital Europe Programm](#) ist ein von der europäischen Kommission aufgelegtes Programm, welches von 2021-2027 mit einer Summe von 9,2 Mrd. € gefördert wird. Das Programm soll Europa in Hinblick auf Digitalisierung und Wettbewerbsfähigkeit international in diesen fünf Bereichen stärken: Supercomputer, künstliche Intelligenz, Cybersicherheit und Vertrauen, Digital- Skills sowie die Steigerung der Nutzung digitaler Technologien in der Wirtschaft und Gesellschaft.

1.1 EUROQCI

Im Rahmen des Projekts Digital Europe Programm haben mehrere Staaten den Aufbau eines ultra sicheren Kommunikationsnetz innerhalb Europas auf Basis von Quantentechnologie (QKD) geplant. Es geht um den Aufbau einer QCI (Quantum Communication Infrastructure), die bereits von mehreren Ländern der EU geplant ist:

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/future-quantum-eu-countries-plan-ultra-secure-communication-network>

Das Projekt befindet sich noch am Anfang und es gibt noch keine eigene Website oder konkrete Ansprechpartner.

2 OpenQKD

Im Rahmen von [OpenQKD](#) wird eine (Test-)Infrastruktur für Quantenkommunikationsnetze (QKN) in mehreren europäischen Ländern aufgebaut, die anschließend zu einem .QKN vereint wird.

Projektbeschreibung: Über Quantennetze sollen in Zukunft die Sicherheit sensibler Infrastrukturen wie der von Energieversorgungsnetzen, Telekommunikationsnetze und Gesundheitssystemen erhöhen. Zur Realisierung dieses Ziels bringt das Projekt Partner aus unterschiedlichen Disziplinen wie QKD-Anbietern, Endnutzer und IT-Firmen aus 13 EU Ländern zusammen.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 857156) mit 14 999 989,89 €. Projektzeitraum: 02.09.2019-01.09.2022. Gesamtsumme an Fördermitteln (EU Anteil+ Partner): 17 974 246,25 €.

Projektpartner: AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY GMBH (Koordination), SERVICES INDUSTRIELS DE GENEVE, FUNDACION IMDEA SOFTWARE, INSTYTUT CHEMII BIOORGANICZNEJ POLSKIEJ AKADEMII NAUK, THE CHANCELLOR MASTERS AND SCHOLARS OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT EV, TOSHIBA EUROPE LIMITED, ID QUANTIQUE SA, DEUTSCHE TELEKOM AG, ROHDE & SCHWARZ CYBERSECURITY GMBH, ADVA OPTICAL NETWORKING SE, MELLANOX TECHNOLOGIES LTD – MLNX, NOKIA BELL LABS FRANCE, FRAGMENTIX STORAGE SOLUTIONS GMBH, TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO SA, BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY, ORANGE SA, CITYCOM TELEKOMMUNIKATION GMBH, DIN DEUTSCHES INSTITUT FUER NORMUNG E.V., NPL MANAGEMENT LIMITED, THALES ALENIA SPACE FRANCE SAS, MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT GRAZ, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, VSB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA, MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV, UNIVERSITE DE GENEVE, FUNDACIO INSTITUT DE CIENCIES FOTONIQUES, OESTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, INSTITUT MINES-TELECOM, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PADOVA, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN, UNIVERZITET U SARAJEVU, IXBLUE, THALES SIX GTS FRANCE SAS, MT PELERIN GROUP SA

Kontaktinfos:

Dr. Hannes Hübel
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Giefinggasse 4, 1210 Vienna, Austria
Phone: +43 50550 4453

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://openqkd.eu/publications/>

3 QuantERA

QuantERA ist ein Programm, das im Rahmen des europäischen Forschungsnetzes (ERA-NET) für den Bereich Quantentechnologie gegründet wurde. Es ist die größte europaweite Initiative zur Koordinierung und Bündelung von Ressourcen zwischen regionalen, nationalen und EU Programmen im Sektor QT.

Projektbeschreibung: An der Förderung von QuantERA sind derzeit 31 nationale bzw. regionale Forschungsinstitute beteiligt. Ziel des Projektes ist es, die Koordination der Forschungsthemen dieser Institute zu koordinieren, sodass keine Fragmentierung bei den Forschungstätigkeiten/-erfolgen entsteht und länderübergreifende Zusammenarbeit vereinfacht wird. Dies wurde u.a. durch die gezielte Finanzierung regionaler, nationaler und EU weiter Projekte erreicht. Es können Vorschläge für (länderübergreifende) Projekte aus dem Bereich QT eingereicht, die bei entsprechender Bewilligung von QuantERA finanziert werden.

Die zweite Phase des Projektes intensiviert die Forschung und Entwicklung im Bereich QT europaweit. Dies soll durch Maßnahmen wie der Schaffung eines Frameworks zur Finanzierung länderübergreifender Projekte sowie der Koordination nationaler bzw. regionaler Programme zum Zweck der Forschungsförderung in Bereich QT erreicht werden.

Finanzierte Projekte Phase I (Auswahl):

Q-Clocks (Cavity-Enhanced Quantum Optical Clocks): Verwendung von optischen Kristallgitter-Uhren im Bereich der Quantentechnologie zur Steigerung der Sensitivität.

QCDA: (Quantum Code Design and Architecture): Entwicklung neuer Codes und von Protokollen für die fehlertolerante Berechnung auf Quantencomputern.

Quomplex (Quantum Information Processing with Complex Media): Manipulation, Generierung und Transport von Licht bzw. Photonen durch Materialien mit komplexen Streueigenschaften.

Finanzierte Projekte Phase II (Auswahl):

eDICT (Experimentally-oriented Device Independent Cryptography): Ziel ist die Entwicklung von Geräten, die Sicherheit gegen Quantum-Hacking und schadhafte Produkte für QT gewährleisten.

PACE-IN (Photon-Atom Cooperative Effects at Interfaces): Untersuchung von Licht-Materie Wechselwirkungen auf deren Basis Geräte u.a. für die Quanten-Kommunikation entwickelt werden.

Qu3D (Quantum 3D Imaging at high speed and high resolution): Entwicklung plenoptischer Kameras, mit der neue 3D Bildgebungsverfahren möglich sind.

QuantHEP (Quantum Computing Solutions for High-Energy Physics): Entwicklung von Quantenalgorithmen für physikalische Vielteilchensysteme.

QuCoS (Quantum Computation with Schrödinger cat states): Ziel des Projekts ist es, durch die Verwendung weniger Komponenten fehlerkorrigierte logische QuBits zu erzeugen.

QuICHE (Quantum information and communication with high-dimensional encoding): Die Codierung erfolgt über spektral-temporäre Freiheitsgrade von Licht.

SECRET (SECuRe quantum communication based on Energy-Time/time-bin entanglement): Dieses Projekt forscht an der Übertragung von verschränkten Zuständen mittels echter Energie-Zeit/Zeit-Bin Verschränkung mit dem Ziel, praktische Anwendungen daraus zu entwickeln.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts (Quantera II) können auf der Webseite der europäischen Kommission (s. [hier](#)) oder auf der Homepage des Projekts (s. [hier](#)) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 101017733) mit 15 000 000 €. Projektzeitraum: 01.01.2021-31.12.2025. Gesamtsumme an Fördermitteln (EU Anteil+ Partner): 45 454 561,25 €.

Projektpartner (Quantera II): NARODOWE CENTRUM NAUKI (Koordination), Austrian Science Fund, Austrian Research Promotion Agency, Fund for Scientific Research (Belgium), Research Foundation Flanders (Belgium), Bulgarian National Science Fund, The Croatian Science Foundation, The Technology Agency of the Czech Republic, Innovation Fund Denmark, Estonian Research Council, Suomen Akatemia, Agence Nationale de la Recherche, Bundesministerium für Bildung und Forschung, German Research Foundation, VDI Technologiezentrum GmbH, General Secretariat for Research and Technology (GSRT) and Ministry of Education and Research and Religious Affairs (Greece), National Research, Development and Innovation Office (Hungary), Science Foundation Ireland, Israel Industry Center for R&D, Ministero dell'Università e della Ricerca, Consiglio Nazionale delle Ricerche, National Institute for Nuclear Physics (Italy), State Education Development Agency (Latvia), Research Council of Lithuania, Luxembourg National Research Fund, Ministry for Finance (Malta), Netherlands Organisation for Scientific Research, Research Council of Norway, National Centre for Research and Development (Poland), The Foundation for Science and Technology (Portugal), Unitatea Executiva pentru Finantarea Invatamantului Superior a Cercetarii Dezvoltarii si Inovarii (Romania), Slovak Academy of Sciences, Ministry of Education, Science and Sport (Slovenia), State Research Agency (Spain), Swedish Research Council, Swiss National Science Foundation, Scientific and Technological Research Council of Turkey, United Kingdom Research and Innovation, Engineering and Physical Sciences Research Council (UK), Innovate UK

Kontaktinfos:

Programmkoordination:

Sylvia Kosta

Email: sylwia.kostka@ncn.gov.pl

wissenschaftlicher Koordinator:

Konrad Banaszek

Email: konrad.banaszek@ncn.gov.pl

Generalsekretär:

Serguei Fedortchenko

Email: serguei.fedortchenko@anr.fr

Koordinationsbüro:

Email: quantera@ncn.gov.pl

News/Events:

<https://www.quantera.eu/news-and-events>

Finanzierte Projekte von QuantERA (Call 2017):

<https://www.quantera.eu/funded-projects/funded-projects-call-2017>

Finanzierte Projekte von QuantERA (Call 2019):

<https://www.quantera.eu/funded-projects/funded-projects-call-2019>

4 QUAPITAL

[QUAPITAL](#) (The Quantum Photonic Intercity TrAnsmision Lattice) ist ein Konsortium von Hosting Anbietern zur Realisierung eines Quanteninternets im europäischen Glasfasernetz.

Projektbeschreibung: Über das Quanteninternet ist eine (uneingeschränkte) sichere Kommunikation möglich. Neben dem Aufbau eines sicheren Internet verfolgt QUAPITAL das Ziel, Quantenexperimente an verschiedenen Forschungseinrichtungen über das Quantennetzwerk zu verknüpfen.

Stand der Dinge: Projekt ist relativ neu. Start der Website 01.01.2019. Neuigkeiten zu QUAPITAL sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: Wissenschaftler von Universitäten und anderen Institutionen aus neun europäischen Ländern: Österreich, Rumänien, Tschechien, Ungarn, Italien, Polen, Slowakei, Kroatien und Slowenien. Liste der Personen ist [hier](#) abrufbar.

Kontaktinfos:

Projektkoordination:
Institute for Quantum Optics and Quantum Information (IQOQI)
Austrian Academy of Sciences
Boltzmanngasse 3
1090 Vienna, Austria

Gruppenleitung:
Anton Zeilinger
Phone: +43664427751200
anton.zeilinger@oeaw.ac.at

QUAPITAL Mitarbeiter am IQOQI:
Rupert Ursin
Phone: +4366488476595,
Email: rupert.ursin@oeaw.ac.at

Sebastian Neumann
Phone: +4314277-29560
Email: sebastian.neumann@univie.ac.at

Links/Veröffentlichungen:

Video zum QUAPITAL-Projekt: <https://quapital.eu/index.php?id=56>

5 Quantum Flagship

Das [Quantum Flagship](#) ist eine Initiative, die von der europäischen Kommission gegründet wurde und seit Oktober 2018 aktiv ist.

Projektbeschreibung: Das Quantum-Flagship besteht wiederum aus 24 einzelnen Forschungsprojekten, zu unterschiedlichen Themen rund um das Thema Quantentechnologie u.a. zu Simulation, Computing oder Kommunikation. Ziel ist es, in Europa die Wissenschaft in diesem Bereich zu fördern und auszubauen. Die Erkenntnisse sollen dabei helfen, eine zukünftige europäische wettbewerbsfähige Industrie im Bereich Quantentechnologie aufzubauen.

Stand der Dinge: Für die Koordination und den Austausch zwischen den unterschiedlichen Projekten hat das Quantum-Flagship drei Arbeitsgruppen geschaffen, die für diese Aufgaben zuständig sind. Projekte der EU-Kommission und deren Forschungsergebnisse sind unter diesem Link abrufbar: <https://cordis.europa.eu/projects/de>

Finanzierung: das Flagship wird durch die EU mit 1 Mrd. € über einen Zeitraum von 10 Jahren gefördert.

Projektpartner: Eine Liste aller in Europa beteiligten Institutionen und Unternehmen an dem Projekt kann [hier](#) abgerufen werden.

Kontaktinfos:

Email: <mailto:minfo@qt.euai>

Links/Veröffentlichungen:

Materialien, Veröffentlichungen, Tutorials: <https://qt.eu/about-quantum-flagship/outreach/>

5.1 AQTION

(Computing)

Das Projekt [AQTION](#) beschäftigt sich Aspekten zur Skalierbarkeit sowie zu Anwendungen von Quantencomputern, die auf Basis von gefangenen Ionen arbeiten.

Projektbeschreibung: Ziel des Projektes ist es, einen Quantencomputer mit 50 Bits zu schaffen, der Probleme lösen soll, die mit klassischen Computern nicht zu bewältigen sind.

Stand der Dinge: aktuelle Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820495) mit 10 Mio. €. Projektzeitraum: 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: Universitäten von Innsbruck, Mainz, Oxford, und Complutense de Madrid, ETH Zürich, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer IOF, TOPTICA Photonics AG, Bull SAS, AKKA DSW GmbH

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

Thomas Monz

Universität Innsbruck, Institut für Experimentalphysik

Technikerstraße 25,A-6020 Innsbruck, Austria

Phone: +43 512 507 524 52

Email: <mailto:thomas.monz@uibk.ac.at>

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.aqtion.eu/resources/>

5.2 NEASQC

(Computing)

Das Projekt [NEASQC](#) (NExt ApplicationS of Quantum Computing) beschäftigt sich vorwiegend mit Anwendungsfällen für Applikationen auf Quantencomputern.

Projektbeschreibung: Im Rahmen des Projekts untersuchen Forscher und potentielle Endnutzer aus der Industrie zukünftige Applikationen basierend auf Quantentechnik, die sich bei Verwendung von NISQ (Noise Intermediate-Scale Quantum) ergeben. Anwendungsbeispiele für diese Applikationen sind Medikamentenforschung, CO₂ Einsparung, Energie-Management.

Stand der Dinge: bisherige Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 951821) mit 4 671 332,50 €.

Stand 23.11.2021

Projektpartner: AstraZeneca, Atos, CESGA, EDF, HQS-Quantum Simulations, HSBC, ICHEC, TILDE, Total, Universidade da Coruna, Universteit Leiden, Universite de Lorraine

Kontaktinfos:

BULL
C/O ATOS
RUE JEAN JAURES
BP68 – 78340 LES CLAYES
FRANCE

Link zu Kontaktformular: <https://www.neasqc.eu/contact/>

Projektkoordinator: Cyril Allouche

Links/Veröffentlichungen:

News/Medien: <https://www.neasqc.eu/media-center/>

5.3 OpenSuperQ

(Computing)

Im Projekt [OpenSuperQ](#) soll ein Quantensystem mit 100 QuBits entstehen.

Projektbeschreibung: Das Quantencomputersystem mit 100 QuBits soll das erste in Europa geschaffene System dieser Art sein, welches am Forschungszentrum Jülich aufgebaut werden soll. Nach dem Aufbau des Systems soll dieses für wissenschaftliche Zwecke frei verfügbar sein. Die QuBits sollen dabei über supraleitende Schaltkreise realisiert werden.

Stand der Dinge: Bisherige Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820363) mit 10, 33 Mio. €.

Projektpartner: Universität des Saarlandes, EURICE - European Research and Project Office GmbH, Forschungszentrum Jülich, University of the Basque Country, Chalmers Tekniska Högskola AB, Low Noise Factory, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zurich Instruments AG, Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy, Bluefors Oy

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
Forschungszentrum Jülich
Prof. Frank Wilhelm-Mauch
Phone: +49 2461 61-6106
Email: f.wilhelm-mauch@fz-juelich.de

Projekt-Management:
EURICE GmbH
Patricia Alveen
Phone: +49 6894 38813 39, Email: p.alveen@eurice.eu

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.opensuperq.eu/publications>

5.4 QLSI

(Computing)

Das Projekt [QLSI](#) widmet sich der Untersuchung von Spin QuBits auf Silikonbasis.

Projektbeschreibung: Im Rahmen des Projekts soll gezeigt werden, dass Spin Qubits eine interessante Alternative sind, um eine große Menge an Qubits für Quantencomputer zu realisieren. Mit diesen Qubits soll ein 16 Qubit Prozessor realisiert werden.

Stand der Dinge: Bisherige Ergebnisse des Projekts: s. [Link](#).

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 951852) mit 14 666 158,75 €. Projektzeitraum: 01.09.2020-31.08.2024.

Projektpartner: TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, INTERUNIVERSITAIR MICRO-ELECTRONICA CENTRUM, NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., KÖBENHAVNS UNIVERSITET, UNIVERSITY COLLEGE LONDON, FORSCHUNGSZENTRUM JULICH GMBH, UNIVERSITÄT BASEL, UNIVERSITÄT TWENTE, HITACHI EUROPE LIMITED, UNIVERSITÄT KONSTANZ, IHP GMBH - INNOVATIONS FOR HIGH PERFORMANCE MICROELECTRONICS/LEIBNIZ-INSTITUT FÜR INNOVATIVE MIKROELEKTRONIK, BULL SAS, STMICROELECTRONICS SA, INFINEON TECHNOLOGIES DRESDEN GMBH & CO KG, QUANTUM MOTION TECHNOLOGIES LTD, SOITEC SA

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Rue Leblanc 25, 75015 Paris 15, Frankreich

[Website](#)

Links/Veröffentlichungen:

News: <https://cordis.europa.eu/project/id/951852/news/de>

5.5 CiViQ

(Kommunikation)

Der Fokus des [CiViQ](#) Projektes ist die Entwicklung von Sicherheitsdiensten auf der physikalischen Schicht, die auf Quantentechnologien aufbauen.

Projektbeschreibung: Zusammen mit 21 Partnern soll QKD sowie die dafür benötigte Software bzw. Hardwarekomponenten zur Umsetzung von QKD in Telekommunikationsnetzen integriert werden.

Stand der Dinge: bisherige Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820466).

Projektpartner:

Forschungsinstitute: ICFO, Centre National de la Recherche Scientifique, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Universidad Politécnica de Madrid, Palacký University Olomouc, Fraunhofer Heinrich Hertz Institute, Technical University of Denmark, Max Planck Institute for the Science of Light, University of York, INRIA, Télécom ParisTech

SME's: Quside, TechnologiesVLC, Photonics S.R.L Nextworks

Telekommunikationsunternehmen: Telefonica, Deutsche Telekom AG, Orange, Huawei Technologies Düsseldorf, Nokia Bell Labs France, Coriant GmbH, Mellanox Technologies

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
Valerio Pruneri
ICFO – The Institute of Photonic Sciences
Mediterranean Technology Park

Stand 23.11.2021

Av. Carl Friedrich Gauss, 3
08860 Castelldefels (Barcelona), Spain
Phone: +34 935534052
Email: mvalerio.pruneri@icfo.eu

Projektmanagerin:
Núria Charles-Harris
ICFO – The Institute of Photonic Sciences
Mediterranean Technology Park
Av. Carl Friedrich Gauss, 3
08860 Castelldefels (Barcelona), Spain
Phone: 34 93 553 4099
Email: mproject.manager@icfo.eu

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <http://civiquantum.eu/publications-media/#mediainpacts>

5.6 QIA

(Kommunikation)

Die Entwicklung eines Entwurfs für ein Quantum Internet in Europa auf Basis von Verschränkung ist Thema des Projekts [QIA](#) (Quantum Internet Alliance).

Projektbeschreibung: Quantenverschränkung und -Teleportation soll über ein Netzwerk bestehend aus vier Knoten erzielt werden. Dies soll durch Einsatz von Quantenrepeatern im Netzwerk erreicht werden. Einhergehend mit der Hardware-Entwicklung soll ein Software Stack für high level Anwendungen realisiert werden.

Stand der Dinge: alle bisherigen Projektfortschritte bzw. –leistungen sind unter <https://quantum-internet.team/public-deliverables/> abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820445).

Projektpartner: siehe <https://quantum-internet.team/partners/>

Kontaktinfos:

Lorentzweg 1, 2628 CJ Delft
Phone: +31 15 27 86 133
Email: alliance@locc.la

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://quantum-internet.team/dissemination/>

5.7 QRANGE

(Kommunikation)

Im Projekt [QRANGE](#) (Quantum Random Number Generator-QRNG) werden Zufallsgeneratoren auf Basis von Quantentechnologie entwickelt.

Projektbeschreibung: Ziel des Projektes ist, drei unterschiedliche Prototypen von QRNGs zu entwickeln, die bisherigen Zufallsgeneratoren in Hinblick auf Sicherheit, den Preis und Schnelligkeit übertreffen sollen.

Stand der Dinge: Der Projektpartner Quside hat mit Quside™ FMC400 seinen ersten kommerziell einsetzbaren QRNG gebaut (s. [Link](#)). ID Quantique- ebenfalls Projektpartner- baute bereits einen QRNG Chip, der im

Stand 23.11.2021

Smartphone Galaxy A Quantum integriert ist (s. [Link](#)). Weitere Ergebnisse sind auf der Seite der europäischen Kommission abrufbar ([Link](#)).

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820405): Projektlaufzeit 36 Monate vom 01.10.2018 mit 3,2 Mio €.

Projektpartner: Université de Genève, ID Quantique, Robert Bosch, Fondazione Bruno Kessler, Università degli Studi di Trento, Katholieke Universiteit Leuven, Université libre de Bruxelles, Institut de Ciències Fotòniques, Quside Technologies

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

University of Geneva

Prof. Hugo Zbinden

Phone: +41 22 379 05 04

Email: Hugo.zbinden@unige.ch

Projektmanagement:

Id Quantique

Dr Florian Fröwis

Phone: +41 22 301 83 71

Email: Florian.Froewis@idquantique.com

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://qrang.eu/publications>

News: <https://qrang.eu/news>

5.8 UNIQORN

(Kommunikation)

Im Projekt [UNIQORN](#) sollen Laboraufbauten für Quantentechnik miniaturisiert werden, um Kosten und Platz einzusparen.

Projektbeschreibung: Im Speziellen sollen optische Aufbauten für Quantenanwendungen so verkleinert werden, sodass sich diese Systeme auf einem Chip (SoC) integrieren lassen. Diese SoC-Komponenten sollen vor allem in Quanten-Kommunikationssystemen eingesetzt werden, um z.B. Zufallsgeneratoren oder eine sichere Schlüsselverteilung auf Quantenbasis zu ermöglichen.

Stand der Dinge: Ein Chip zur Generierung von Zufallszahlen durch Quantentechnik (QNRG) mittels Avalanche Dioden wurde bereits gebaut (23.04.2021, s. [Link](#)). Eine Liste der bisher erreichten bzw. ausstehenden Projektziele kann [hier](#) abgerufen werden. Weitere Ergebnisse sind auf der Seite der europäischen Kommission abrufbar ([Link](#)).

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820474). Die Projektlaufzeit beträgt 36 Monate (Start 01.10.2018) und wird mit 9.979.905€ gefördert.

Projektpartner:

AIT Austrian Institute of Technology, Paderborn University, Technical University of Denmark, SMART Photonics BV, University of Vienna, Mellanox Technologies Ltd, Fraunhofer -Heinrich Hertz Institute, Institute of Communications & Computer Systems, National Technical University of Athens, University of Innsbruck, Micro Photon Devices S.r.l., Eindhoven University of Technology, VPIphotonics GmbH, Politecnico di Milano, University of Bristol, COSMOTE Mobile Telecommunications S.A., imec -Interuniversity Microelectronics Centre, Cordon Electronics Italia Srl

Kontaktinfos:

Stand 23.11.2021

Projektkoordinator:
Dr. Hannes HübelAIT
Austrian Institute of Technology
Phone: +43 50550 4453
E-Mail: admin@quantum-uniqorn.eu

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://quantum-uniqorn.eu/publications/>
News: <https://quantum-uniqorn.eu/aktuelle-news/>

5.9 Qombs

(Simulation)

[Qombs](#) soll in Zukunft den europäischen Industriesektor für Quantentechnik zum einem weltweit Führenden im Bereich Kaskaden förmige Laserfrequenzkämme (QCL) auf Basis von Quantentechnik machen.

Projektbeschreibung: Zunächst soll eine Quantensimulatoren Plattform auf Basis ultra-kalter Atome in optischen Gittern entstehen. Diese Plattform dient als Ausgangspunkt für die Entwicklung einer neuen Generation von QCLs.

Stand der Dinge: Alle bisher erreichten Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) zusammengefasst.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820419). Die Laufzeit des Programms ist vom 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: CNR-INO, ETH Zürich, TU München, CNRS, ASI, ALPES LASERS, ppq-Sense, IRsweep, MeloSystems, TAHLES

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
Augusto Smerzi
CNR-INO
Largo Enrico Fermi 6, 50125 Florence, Italy
Phone: + 39 055 23081
Email: augusto.smerzi@ino.it

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: https://www.qombs-project.eu/index.php/Project_publications
News: https://www.qombs-project.eu/index.php/Project_news

5.10 PASQuanS

(Simulation)

[PASQuanS](#) (Programmable Atomic Large-Scale Quantum Simulation) ist ein Projekt, in dem ein programmierbarer Quantensimulator auf Basis von Atomen bzw. Ionen gebaut werden soll.

Projektbeschreibung: Der Simulator soll aus insgesamt 1000 Teilchen (Atomen, Ionen) bestehen und dabei helfen, Fragen aus den Gebieten der Material- und Grundlagenforschung, Chemie sowie Real-World Probleme zu klären.

Stand der Dinge:

Dokumente, Reporte, Patente: <https://cordis.europa.eu/project/id/817482/results>

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 817482) mit 9 659 515 €. Projektlaufzeit: 01.10.2018-31.03.2022.

Projektpartner: INSTITUT D'OPTIQUE THEORIQUE ET APPLIQUEE IOTA – SUOPTIQUE, RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITAET HEIDELBERG, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, OESTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PADOVA, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, FREIE UNIVERSITAET BERLIN, EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZUERICH, MY CRYO FIRM, BULL SAS, MUQUANS, AZUR LIGHT SYSTEMS, TOPTICA PHOTONICS AG, FORSCHUNGSZENTRUM JULICH GMBH, PASQAL, PARITY QUANTUM COMPUTING GMBH, MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV (Koordinator)

Kontaktinfos:

Projektkoordination:

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV
Hofgartenstrasse 8
80539 Muenchen
Germany

Kontaktperson:

EU Office of Max-Planck-Institutes – Regional Cluster Bavaria

www.mpg.de/eubuero-bayern

Phone: +49 (0) 89-32905-714

E-Mail: nicola.goerke-schwindt@mpg.de

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://pasquans.eu/publications/>

News: <https://pasquans.eu/news/>

5.11 2D-SPIC

(Grundlagenforschung)

Im Rahmen von [2D-SPIC](#) werden Chips für Photonen-Quantenschaltungen entwickelt, die für sichere Kommunikationsprotokolle, Skalierbarkeit von Quantencomputern und zur Entwicklung neuer Anwendungen im Bereich Quantensensorik eingesetzt werden sollen.

Projektbeschreibung: Ziel des Projektes ist es, skalierbare Quantennetzwerke basierend auf Chips für integrierte Optik bestehend aus neuen 2D Quantenmaterialien zu entwickeln. Mit diesem Ansatz soll gezeigt werden, dass eine Verarbeitung von Quanteninformationen mit Chips, auf denen alle optischen Komponenten untergebracht sind, möglich ist.

Stand der Dinge: Die bisher erreichten Ziele des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820378) mit 2 976 812,50 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.03.2022.

Projektpartner: ICFO, Universität von Manchester, Universität von Cambridge, cnit, Single Quantum

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

Prof. Dmitri Efetov

ICFO – Institute of Photonic Sciences

Phone: +34 93 554 2235, Email: dmitri.efetov@icfo.eu

Projektmanagement:

Marta Sans Valls

ICFO – Institute of Photonic Sciences

Phone: +34 93 554 2296, Email: marta.Sans@icfo.eu

Links/Veröffentlichungen:

Stand 23.11.2021

Publikationen/Media: <http://2d-sipc.eu/publications-media/#mediainpacts>

News/Events: <http://2d-sipc.eu/news-events/#news>

5.12 MicroQC

(Grundlagenforschung)

Das Projekt [MicroQC](#) (Mikrowellen gesteuerte Ionenfallen für Quantencomputing) beschäftigt sich mit dem Bau eines Quantencomputers auf Basis von Ionenfallen.

Projektbeschreibung: Die Vision des Projektes ist, große Quantencomputing-Systeme mit Mikrowellen betriebenen Quantenschaltungen auf Chips zu realisieren. Im ersten Projektabschnitt sollen fundamentale wissenschaftliche Erkenntnisse zur Realisierung dieses Vorhabens geliefert werden. Diese Erkenntnisse sollen in weiteren Projektphasen in die Forschungsbereiche Quanten-Computing Systeme, Quantensimulationen sowie Sensorik und Metrologie auf Basis von Quantentechnik mit eingebracht werden.

Stand der Dinge: bisher erzielte Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820314) mit 2 363 343,75 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: UNIVERSITAET SIEGEN, Sofia Universität St. Kliment Ohridski, University of Sussex, Leibniz Universität Hannover, Hebrew University of Jerusalem

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

Prof. Dr. Nikolay V. Vitanov

Sofia University St Kliment Ohridski

5 James Bourchier Blvd, 1164 Sofia, Bulgaria

Email: vitanov@phys.uni-sofia.bg

Web: <http://quantum-bg.org/group/nvitanov>

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <http://microqc.eu/publications.html>

News/Events: http://microqc.eu/news_and_events.html

Bekanntmachungen: <http://microqc.eu/announcements.html>

5.13 PhoG

(Grundlagenforschung)

[PhoG](#) (Sub-Poissonian Photon Gun by Coherent Diffusive Photonics) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Quellen, die nicht klassische Zustände wie Verschränkung liefern.

Projektbeschreibung: Die zu entwickelnden Quellen sollen kompakt und deterministisch sein sowie nicht klassische Zustände von Sub-Poisson-Licht bis hin zu Multimode Verschränkungen liefern. Dies soll über kohärente diffuse Photonen mit dissipativen optisch gekoppelten Lichtwellenleitern erfolgen. Anhand dieses Paradigmas soll eine Sub-Poisson Photonenkanone gebaut werden, welche mesoskopische nicht klassische sowie verschränkte Zustände für die Wellenbereiche 1550 nm und 852/894 nm. Anschließend soll im Rahmen einer Studie der Einsatz dieser Kanonen für ein verbessertes „*entanglement imaging*“ und zur Frequenzstabilisierung in Atomuhren evaluiert werden.

Stand der Dinge: bisher erzielte Ergebnisse des Projekts sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820365) mit 2 761 866,25 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.03.2022.

Stand 23.11.2021

Projektpartner: University of St Andrews (Koordination), Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus, University of Paderborn, Heriot-Watt University, CSEM Switzerland

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
Prof Natalia Korolkova
School of Physics & Astronomy, University of St Andrews,
North Haugh, St Andrews, KY16 9SS, Scotland, UK

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.st-andrews.ac.uk/~phog/#three>
News: <https://www.st-andrews.ac.uk/~phog/#four>
Kollaboration mit anderen QFlag-Projekten: <https://www.st-andrews.ac.uk/~phog/#eight>

5.14 PhoQuS

(Grundlagenforschung)

Das Projekt [PhoQuS](#) wurde im Jahr 2016 abgeschlossen und hatte die Aufgabe einen Quantensimulator für Quantenflüssigkeiten zu entwerfen.

Projektbeschreibung: Die beiden Hauptziele des Projekts waren ein umfassendes Verständnis von Superfluiden und turbulenten Quantenregimen für Licht in Quantenflüssigkeiten zu erlangen sowie Simulationen von Systemen unterschiedlicher Natur wie Astrophysik und Festkörperphysik zu erzeugen.

Stand der Dinge: Projekt ist abgeschlossen. Alle erzielten Ergebnisse sind [hier](#) abrufbar.

Finanzierung: wurde finanziert im Rahmen des FP7-REGPOT Programms der EU (Nummer 316244) mit 4 086 980 €. Projektzeitraum: 01.11.2012-31.10.2016.

Projektpartner: UNIWERSYTET WARSZAWSKI (Koordination), Sorbonne Université, CNRS, Université de Paris (Paris Diderot), University of Glasgow, University Sapienza of Rome, University of Bonn, Instituto Superior Técnico, Trento University, Imperial College London,

Kontaktinfos:

Projektkoordination:
Prof. Alberto Bramati Phone: +33 1 44 27 41 89
Email: alberto.bramati@lkb.upmc.fr

Projektmanagement:
Agnès Dudych, Phone: +33 1 44 27 61 16
Email: agnes.dudych@sorbonne-universite.fr

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <http://www.phoqus-project.eu/front-page/publications/>

5.15 QMiCS

(Grundlagenforschung)

Im Projekt [QMiCS](#) (Quantum Microwave Communication and Sensing) werden Protokolle für die Quantenkommunikation implementiert und getestet.

Projektbeschreibung: Zum Testen der Quantenprotokolle wie z.B. für die Quantenteleportation wird eine LAN Infrastruktur bestehend aus einem mehreren Meter langem Kabel und zwei Quanten-Netzwerkknoten aufgebaut. Die Signale bzw. Quanten werden im Mikrowellenbereich gesendet. Dies soll in Zukunft als Ausgangspunkt für die Vernetzung von verteilten Quantenkommunikations- und Quanten-Computing-

infrastrukturen im Mikrowellenbereich (QLANs) dienen. Ein weiteres langfristiges Ziel des Projekts ist die Abtastung von Objekten mittels Bestrahlung durch Quanten-Mikrowellen (Quantenradar). Um das zu erreichen, werden im Rahmen des Projekts bereits Detektoren für einzelne Photonen im Mikrowellenbereich entwickelt.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820505) mit 2 999 595 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: Walther-Meißner-Institut (Koordination), Aalto University, Ecole Normale Supérieure de Lyon, Instituto de Telecomunicações, Oxford Instruments nanotechnology Ltd, TTI Norte S.L. (TTI), University of the Basque Country (UPV/EHU), VTT Technical Research Centre of Finland Ltd (VTT)

Kontaktinfos:

Koordination:
Walther-Meissner-Institut
Bayerische Akademie der Wissenschaften
Walther-Meißner-Straße 8
D-85748 Garching
Germany
Email: quantum@wmi.badw.de

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://qmics.wmi.badw.de/publications/#Papers>
News: <https://qmics.wmi.badw.de/blog/>

5.16 S2QUIP

(Grundlagenforschung)

Im Projekt [S2QUIP](#) (Scalable Two-Dimensional Quantum Integrated Photonics) werden kosteneffektive hybride quantenoptische Mikrosysteme auf Chipbasis entwickelt.

Projektbeschreibung: Die Mikrosysteme bestehen dabei aus 2D Halbleitermaterialien (2DSMs), die in CMOS kompatible nano-photonische Schaltungen integriert sind. Mit 2DSMs Chips ist es bereits jetzt möglich, einzelne Photonen zu erzeugen, was zur Verschränkung von Photonen in diesem Projekt genutzt werden soll.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820423) mit 2 999 298,75 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.03.2022.

Projektpartner: Paderborn University (Koordination), Spanish National Research Council CSIC, University of Valencia, Aalto University, Heriot-Watt University, Technical University of Munich, VLC Photonics S.L

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:
Prof. Dr. Klaus Jöns
Universität Paderborn, Warburger Str. 100 33098 Paderborn
Phone: +49 5251 60-2486
Email: klaus.joens@upb.de

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.s2quip.eu/index.php/publications>
News: <https://www.s2quip.eu/index.php/news>
Events: <https://www.s2quip.eu/index.php/events>

5.17 SQUARE

(Grundlagenforschung)

Das Projekt [SQUARE](#) widmet sich der Untersuchung von dotierten Feststoffen mit seltenen Erden (REI), die sich womöglich als Quantenmaterial eignen.

Projektbeschreibung: Hauptziel des Projekts ist die Fertigung adressierbarer Blöcke aus seltenen Erden Ionen, welche sich als Grundbaustein zum Aufbau eines Quantencomputers eignen. Diese können in einem Quanten-Computer u.a. als Quantenspeicher oder Quantengatter eingesetzt werden.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820391) mit 2 990 277,50 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.09.2021.

Projektpartner: Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Lunds Universitet, Aarhus Universitet, Fundacio Institut de Ciencies Fotoniques, Universität Stuttgart, Centre National de la Recherche Scientifique, Attocube systems AG, Thales SA

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

David Hunger

Email: hunger@kit.edu

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://square.phy.kit.edu/28.php>

News: <https://square.phy.kit.edu/67.php>

5.18 InCoQFlag

(Management und Strategie)

[InCoQFlag](#) (Quantum Flagship International Cooperation on Quantum Technologies) wurde gegründet, um den Austausch zwischen Quantum Flagship Projekten und anderen Ländern im Bereich Quantentechnologie zu fördern.

Projektbeschreibung: Es sollen gezielt Situationen analysiert werden, wo ein Austausch mit anderen Ländern zum gegenseitigen Nutzen führt.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 952223) mit 592 400 €. Projektzeitraum: 01.09.2020-31.08.2023.

Projektpartner: COMMISSARIAT A L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (Koordination), FUNDACIO INSTITUT DE CIENCIES FOTONIQUES, NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO, NARODOWE CENTRUM NAUKI

Kontaktinfos:

Projektkoordination:

Philippe Chomaz, Dijana Samson

Links/Veröffentlichungen:

5.19 QFlag

(Management und Strategie)

QFlag (Quantum Flagship Coordination and Support Action) unterstützt das Q-Flagship im Hinblick auf die Inhalte der einzelnen Projekte und begleitet es in der Startphase für die ersten drei Jahre.

Projektbeschreibung: Neben der Koordination der Projektbeteiligten kümmert sich QFlag auch um die Verknüpfung zwischen Q-Flagship und nationalen Projekten. Der Zugang zu QT Infrastrukturen, Förderung von QT-Anwendungen sowie die Vereinfachung des Transfers von Forschungsergebnissen an die Industrie fallen ebenfalls in den Aufgabenbereich von QFlag. Außerdem unterstützt es die Verwaltung und kontrolliert den Fortschritt von QT-Flagship Projekten. In der Öffentlichkeit soll es die auf die zunehmende Bedeutung der Quantentechnologie aufmerksam machen und Bildungsangebote im Bereich QT schaffen.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820350) mit 2 698 996,25 €. Projektzeitraum: 01.04.2019-31.03.2022.

Projektpartner: VDI Technologiezentrum GmbH (Koordination), Université de Genève, Nederlandse Organisatie voor Toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Robert Bosch GmbH, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Fundació Institut de Ciències Fotòniques

Kontaktinfos:

Markus Wilkens, Claudius Klein

Links/Veröffentlichungen:

Events/News: <https://cordis.europa.eu/project/id/820350/news>

5.20 QTEdu

(Ausbildung, Management und Strategie)

Das Projekt [QTEdu](#) unterstützt QFlag dabei, Personal für Quantentechniken zu akquirieren.

Projektbeschreibung: Neben der Gewinnung von Personal für den QT-Bereich fördert es den Ausbau eines europäischen Bildungsnetzwerks für Quantentechnik und Ausbildungsprogramme zu diesem Thema in den drei folgenden Bildungsbereichen: Sekundarschulbildung, Hochschulbildung und Ausbildung in der Industrie. Das Projekt ist vier Workpackages (WP) gegliedert, die von jeweils einem der vier Projektpartner geleitet werden: WP1: Building the Quantum Education Community (Aarhus University), WP2: Infrastructure service: QTEdu online repository, WP5: Management (Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)), WP3: Competence framework (Technische Universität Braunschweig), WP4: Pilot programs (Technische Universität Delft)

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 951787) mit 340 763,75 €. Projektzeitraum: 01.09.2020-31.08.2022.

Projektpartner: Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) (Koordination), Technische Universität Braunschweig, Aarhus University, Technische Universität Delft.

Kontaktinfos:

Ansprechpartner nach Workpackages (WP1-WP4):

WP1:

Jacob Sherson - co-coordinator. Email: sherson@phys.au.dk

WP2:

Chiara Macchiavello – coordinator. Email: chiara@unipv.it

WP3:

Rainer Müller - co-coordinator. Email: rainer.mueller@tu-bs.de

WP4:

Grazia Bastasin. Email: G.Bastasin@tudelft.nl

Links/Veröffentlichungen:

Es ist möglich, sich für die einzelnen WGs (Working Groups) des Projekts zu registrieren und daran mitzuwirken. Das Anmeldeformular kann [hier](#) ausgefüllt werden.

5.21 ASTERIQS

(Sensorik und Messtechnik)

ASTERIQS (Advancing Science and Technology through Diamond Quantum Sensing)forscht auf dem Gebiet der Quanten-Sensorik und setzt dabei Stickstoff-Fehlstellen in Diamanten zum Bau dieser Sensoren sowie deren Anwendungen.

Projektbeschreibung: Diese Sensoren sollen zur leichteren und effizienteren Gestaltung von Batterien in Autos eingesetzt werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Aufklärung chemischer Strukturen, was für die Medikamentenentwicklung wichtig ist. Im Gebiet der Spintronik können diese Sensoren dazu verwendet werden, komplizierte Strukturen in Festkörpern besser untersuchen zu können.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820394) mit 9 747 888,75 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: THALES (Koordinator), CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, UNIVERSITY OF STUTTGART, UNIVERSITAET ULM, EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZUERICH, UNIVERSITAT BASEL, UNIVERSITAT DES SAARLANDES, WIGNER FIZIKAI KUTATOKOZPONT, THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM, INTERUNIVERSITAIR MICRO-ELECTRONICA CENTRUM, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., UNIVERSITAET LEIPZIG, ATTOCUBE SYSTEMS AG, ARTTIC, ELEMENT SIX (UK) LIMITED, ROBERT BOSCH GMBH, TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN, VALSTYBINIS MOKSLINIU TYRIMU INSTITUTAS FIZINIU IR TECHNOLOGIJOS MOKSLU CENTRAS, JOHANNES GUTENBERG-UNIVERSITAT MAINZ, ECOLE NORMALE SUPERIEURE PARIS-SACLAY, NVISION IMAGING TECHNOLOGIES GMBH, TTI-TECHNOLOGIE-TRANSFER-INITIATIVEGMBH AN DER UNIVERSITAT STUTTGART, FORSCHUNGSZENTRUM JULICH GMBH

Kontaktinfos:

Projektkoordinator:

Thierry DEBUISSCHERT

THALES SA

asteriqs-coordination@eurtd.com

Project Office

Nora Ouadi

ARTTIC France

asteriqs-arttic@eurtd.com

Links/Veröffentlichungen:

Presse/Publikationen: <https://www.asteriqs.eu/press-publications/>

News/Events: <https://www.asteriqs.eu/news-events/>

5.22 iqClock

(Sensorik und Messtechnik)

Stand 23.11.2021

Das Projekt [iqClock](#) (Integrated Quantum Clock) widmet sich der Entwicklung und Anwendung hochpräziser optischer Uhren.

Projektbeschreibung: Durch Miniaturisierung und Anpassung ist es möglich, optische Uhren nicht nur im Labor, sondern auch in anderen Feldern wie der Telekommunikation (z.B. Netzwerksynchronisation), Geologie oder Astronomie einzusetzen. Das iqClock-Konsortium verfolgt das Ziel, einen Entwicklungsplan für optische Uhren gemäß dem TRL-Prinzip zu erarbeiten und darauf basierend neue Produkte und Applikationen für diese Uhren zu erschaffen.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820404) mit 9 999 093,75 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.03.2022.

Projektpartner: University of Amsterdam (Koordination), University of Birmingham, Nicolaus Copernicus University, Niels Bohr Institut, TU Wien, Universität Innsbruck, Teledyne e2v, NKT Photonics, Acktar, Chronos Technology Ltd, British Telecom

Kontaktinfos:

Kontakt zum gesamten Konsortium:

Email: coordinator@iqclock.eu

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.iqclock.eu/publications.html>

News: <https://www.iqclock.eu/news.html>

5.23 macQsimal

(Sensorik und Messtechnik)

Das Projekt [macQsimal](#) (Miniature Atomic vapor-Cells Quantum devices for SensIng and Metrology ApplIcations) entwickelt, entwirft, miniaturisiert und integriert Quanten-Sensoren mit höchster Sensitivität.

Projektbeschreibung: die Sensoren dienen zum Messen folgender physikalischer Größen: Magnetfelder, Zeit, Rotationen, EM-Strahlung und Gas Konzentrationen. Die Technologie dieser Sensoren basiert auf Atom-Dampfzellen als integrierte mikromechanische Systeme (MEMS) auf Wafer-Platten.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820393) mit 10 209 943,75 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-31.03.2021.

Projektpartner: Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA (Koordination), VTT Technology Center of Finland Oy, Robert Bosch GmbH, Orolia Switzerland SA, Megin OY, The Institute of Photonic Sciences, University of Copenhagen, Centre National de la Recherche Scientifique, Aalto University, University of Basel, University of Durham, University of Stuttgart, University of Neuchâtel

Kontaktinfos:

Projektmanagement:

Dr Jacques Haesler

CSEM SA

Email: jacques.haesler@csem.ch

Leiter Entwicklung und Innovation:

Dr Johannes Ripperger

accelopment Schweiz AG

Email: jripperger@accelopment.com

Links/Veröffentlichungen:

Stand 23.11.2021

Publikationen: <https://www.macqsimal.eu/publications/>

News: <https://www.macqsimal.eu/news/>

5.24 MetaboliQS

(Sensorik und Messtechnik)

Das vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF) geleitete Projekt [MetaboliQS](#) entwickelt einen Sensor basierend auf Quantentechnik, mit dem sich Prozesse im Herzgewebe besser aufklären lassen.

Projektbeschreibung: Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind die häufigste Todesursache weltweit. Von daher ist es wichtig, medizinische Informationen über den einzelnen Patienten genau zu erfassen. Dazu zählt auch die Aufklärung von metabolischen Prozessen im Herzgewebe auf Molekularebene. Stickstoff dotierte Diamant Polarisatoren erzielen bei Raumtemperatur eine 160-fache effizientere und 40-fache bessere Polarisation gegenüber dem Einsatz von radioaktiven Substanzen (Kontrastmittel). Das Ziel des Projekts besteht deshalb darin, solche NV- dotierte Diamanten mit schnellerer und besserer Hyperpolarisation umzusetzen.

Stand der Dinge: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts können [hier](#) abgerufen werden.

Finanzierung: finanziert im Rahmen des Horizon 2020 Programm für Forschung und Innovation der EU (Nummer 820374) mit 6 667 801,25 €. Projektzeitraum: 01.10.2018-30.09.2021.

Projektpartner: FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG (Koordination), NVision Imaging Technologies GmbH, Technical University of Munich, Swiss Federal Institute of Technology, Bruker BioSpin GmbH, Element Six (UK) Limited, The Hebrew University of Jerusalem

Kontaktinfos:

Projektassistenz:

Sabine Metzen

Tullastraße 72

79108 Freiburg

Phone +49 761 5159-659

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.metaboliqs.eu/en/publications-talks.html>

News/Events: <https://www.metaboliqs.eu/en/news-events.html>

6 ESA

6.1 Quantum Key Distribution for European Critical Infrastructures (QKD4ECI)

[QKD4ECI](#) beschäftigt sich mit der Frage wie weltraumgestützte QKD systemrelevante Infrastrukturen in Europa schützen kann.

Projektbeschreibung: Das Projekt wird in Kooperation mit der ESA und der Universität der Bundeswehr durchgeführt. Die erste Phase des Projekts war eine Machbarkeitsstudie, welche bereits abgeschlossen wurde. Bis 2026 wird dieses Projekt inklusive der dafür benötigten Technologie umgesetzt werden. Das Vorhaben soll ebenfalls dazu beitragen die kritische Infrastruktur innerhalb Europas zu schützen. Dies ist auch ein Ziel von [ECI](#) (European Critical Infrastructure). ECI ist ein Teil von EPCIP (European Programme for Critical Infrastructure Protection), welches EU-Mitgliedstaaten dazu anhält, ihre eigene kritische Kommunikationsinfrastruktur durch geeignete Maßnahmen gegen zukünftige Angriffe zu schützen.

Stand der Dinge: erste Phase ist bereits abgeschlossen. Projekt soll bis 2026 fertiggestellt sein.

Finanzierung: European Space Agency (ESA)

Projektpartner: OHB System AG, Universität der Bundeswehr München, IABG, Max Planck Institute for the Science of Light, evolutionQ

Kontaktinfos:

Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg
Tel.: +49 89 6004-0
info@unibw.de

Links/Veröffentlichungen:

ESA-Webpage zum Projekt <https://artes.esa.int/projects/qkd4eci>

7 EU Cybersecurity Act

Mit dem [Cybersicherheitsgesetz](#) wird die EU-Agentur für Cybersicherheit (ENISA) gestärkt und ein Rahmen für die Cybersicherheitszertifizierung von Produkten und Dienstleistungen geschaffen.

Die ENISA hat den Auftrag die Zusammenarbeit der EU-Mitgliedstaaten bei der Bewältigung ihrer Cybersicherheitsvorfälle zu helfen.

Dabei soll ENISA die Rolle als Sekretariat der nationalen CSIRTs (Computer Security Incidents Response Teams) übernehmen.

Es wird ein EU-weites Framework für die Zertifizierung von ICT-Produkten, -Dienstleistungen und -Prozessen im Bereich der Cybersicherheit geschaffen.

Projekte anderer Nationen

1 Australien

1.1 ARC

Der [ARC](#) (Australian Research Council) ist eine Commonwealth Instanz, die die australische Regierung u.a. zu Forschungsthemen berät. Die ARC Exzellenz-Zentren ([ARC Centres of Excellence](#)) wurden gegründet, um die Forschung in bestimmten Themengebieten zu fokussieren und Australiens internationale Wettbewerbsfähigkeit in diesen Bereichen zu stärken. Zwei dieser Exzellenz-Cluster beschäftigten sich mit Forschung im Bereich Quantentechnologie. Das EQUUS-Cluster forscht an der technischen Nutzbarmachung von Quantensystemen und das CQC2t-Cluster an den Themen Quanten-Computing und Quantenkommunikation.

1.1.1 EQUUS

[EQUUS](#) (Engineered Quantum Systems) ist ein australisches Forschungsgremium für technisierte Quantensysteme.

Projektbeschreibung: Ziel ist es, Quantentechnologien für praktische Anwendungen nutzbar zu machen. Im Forschungsgebiet *Design für Quantenmaterialien*, werden Grundbausteine für Geräte auf Basis von Quantentechnologie entwickelt. Der Bereich *Quantenverfahren für Diagnostik und Bildgebung* hat zum Ziel, diese Verfahren weiter zu verbessern. Im Rahmen des dritten Forschungsschwerpunktes Quantenmaschinen und Instrumente sollen Bausteine auf Basis von Quantentechnik in Geräte integriert werden.

Stand der Dinge: aktuelle Meldungen rund EQUUS können auf [News](#) Seite abgerufen werden. Die jährlichen Berichte von EQUUS können [hier](#) abgerufen werden

Finanzierung: Das Projekt wird 40 Mio. AU\$ über einen Zeitraum von sieben Jahren von der australischen Regierung gefördert.

Projektpartner: University of Queensland (Koordination), The University of Sydney, Macquarie University, The University of Western Australia, The Australian National University, Defence Science and Technology Organisation, MOG LABORATORIES PTY LTD, NATIONAL MEASUREMENT INSTITUTE, University of Vienna, Institute of Quantum Optics and Quantum Information, Vienna University of Technology, CNRS - Institut Neel (France), CNRS - French National Centre for Scientific Research, Westphalian Wilhelms-University of Muenster, University of Ulm, Swiss Federal Institute of Technology (Zürich), Heriot-Watt University, Edinburgh (UK), University of Oxford (UK), Lockheed Martin Corporation, Microsoft Corporation, Dartmouth College (USA), University of California (Berkeley), Observatoire de Paris – SYRTE

Kontaktinfos:

Programmdirektor
Prof. Andrew G. White
The University of Queensland (Australia)
Email: director@equs.org

Leiterin der Forschung:
Prof. Halina Rubinsztein-Dunlop AO
Director, Translational Research Laboratory
The University of Queensland (Australia)
Email: halina@physics.uq.edu.au

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://equs.org/publications>
Team Projektleitung: <https://equs.org/our-people/centre-executive>
Events: <https://equs.org/events>

1.1.2 CQC2t

Das [CQC2t](#) (Centre of Excellence for Quantum Computation and Communication Technology) ARC Exzellenzzentrum konzentriert die Forschung auf Themengebiete mit dem Ziel, voll skalierbare Quantensysteme zu entwickeln. Dies umfasst ultra schnelles Quanten-Computing, sichere Quantenkommunikation und verteilte Quantennetze.

Projektbeschreibung: Innerhalb des Zentrums ist die Forschung in neun WP (Workpackages) gegliedert, die sich wiederum in den Themenbereiche Quantenprozessoren (Architecture & Algorithms, Scale-Up Engineering, Logical QuBits), Quantenprozessoren und -netzwerke (Quantum Interconnects, Protocol Development, Integrated Optical Platform) sowie Quantennetze (Deterministic Entanglement, Memory Technologies, Communication Networks). Die einzelnen WPs sind in Unterprogramme eingeteilt, die [hier](#) abgerufen werden können.

Stand der Dinge: aktuelle Meldungen und Ankündigungen können auf der [News](#) Seite von CQC2t abgerufen werden.

Finanzierung: Gegründet 2017 wird das Cluster mit insgesamt 33,7 Mio. AU\$ über einen Zeitraum von sieben Jahren von der australischen Regierung gefördert.

Projektpartner: The University of New South Wales (Koordination), The University of Melbourne, The Australian National University, RMIT University, The University of Sydney, University of Technology (Sydney), The University of Queensland, Griffith University, University of Waterloo (Canada), University of Oxford (UK), National University of Singapore, Max Planck Institute for the Science of Light, National Institute of Informatics, University of Wisconsin (Madison), Massachusetts Institute of Technology, University of Maryland, University of Calgary, University of Paris 6 (Pierre and Marie Curie), University of Tokyo, University of Paderborn, Free University of Berlin, University of Kassel, University of Mainz, University of Cambridge (UK), Purdue University, West Lafayette, USA, University of Bristol (UK), University of Sherbrooke, University of Virginia, IBM Corporation, NASA Ames Research Center, Imec, Scienta Omicron, University of Otago, NZ, Zyvex, National Institute of Standards and Technology, COMMONWEALTH BANK OF AUSTRALIA, TELSTRA CORPORATION LIMITED, QUINTESENCELABS PTY LTD, LOCKHEED MARTIN AUSTRALIA PTY LIMITED, Defence Science and Technology Organisation

Kontaktinfos:

Direktor des Zentrums:

Professor Michelle Y. Simmons AO

Tel: +61-2-9385-6313 (with voicemail), Email: Michelle.Simmons@unsw.edu.au

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.cqc2t.org/publications/>

Events: <https://www.cqc2t.org/events/>

1.2 SQA

Die [SQA](#) (Sydney Quantum Academy) wurde gegründet, um den Aufbau der australischen Wirtschaft im Bereich Quantentechnologie aufzubauen. Die Akademie selbst ist ein (Partner-) Projekt der Macquarie Universität, der UNSW Sydney, der Universität Sydney und der technischen Universität Sydney. Gefördert wird sie dabei von der Regierung von New South Wales.

2 China

2.1 USTC

Wissenschaftler der [USTC](#) (University of Sciences and Technology China) gelang es, eine QKD Übertragung mittels Satellit durchzuführen.

Projektbeschreibung: Chinesische Wissenschaftler haben das weltweit erste integrierte Quantenkommunikationsnetzwerk aufgebaut. Dazu wurden zwei Bodenstationen für Satelliten installiert, welche QKD Übertragung über eine Distanz von 4600km ermöglichte. Seit 2016 existiert der erste Quantenkommunikationssatellit QUESS/MOZI/Micius, welcher mit zwei Bodenstationen über eine Distanz von 2600km kommunizieren können. 2017 wurde ein 2000km langes optisches Glasfasernetz fertiggestellt, welches dem Zweck von QKD zwischen Beijing und Shanghai dienen soll. China plante zudem das Netzwerk mit internationalen Partnern zu erweitern (Österreich, Italien, Russland, Kanada). Über einen Satelliten (Micius) können unterschiedlich Daten verschlüsselt zwischen Standorten, welche jeweils 1200 km bzw. 7600 km entfernt sind, versendet werden. In Hefei (China) wurde 2018 in einem Test gezeigt, dass QKD auf einer kommerziellen Backbone Leitung gleichzeitig mit 3.6 Tbps an klassischen Daten über 66 km weit übertragen werden konnte. Die Quantum Bitfehlerrate (QBER) betrug dabei 2.5%.

Kontaktinfos:

Email: mchen81@ustc.edu.cn

Links/Veröffentlichungen:

Projekt-Artikel der USTC: <https://en.physics.ustc.edu.cn/2021/0109/c7858a467586/page.htm>

3 Finnland

3.1 QTF

QTF (Quantum Technology Finland) ist ein wissenschaftliches Projekt, zur Erforschung und Nutzbarmachung von Quantenphänomenen in Festkörpern.

Projektbeschreibung: QTF ist ein Exzellenz-Zentrum, welches aus insgesamt elf Forschungsgruppen besteht, die an fünf Themengebieten (sog. Workpackages) arbeiten (s. [hier](#)).

Stand der Dinge: Das auf sieben Jahre ausgelegte Projekt läuft noch bis zum Jahr 2025.

Finanzierung: QTF wird mit jährlich 12 Mio. € finanziert.

Projektpartner: AALTO University, University of Helsinki, VTT Technical Research Centre of Finland

Kontaktinfos:

Direktor von QTF:

Acad. Prof. Jukka Pekola

Low Temperature Laboratory,

Aalto University

Phone: +358 50 344 2697,

Email: jukka.pekola@aalto.fi

E-Mail für allgemeine Kontaktaufnahme zu QTF: qtf@aalto.fi

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://qtf.fi/media/#publications>

Forschungsgruppen und deren Leiter: <https://qtf.fi/research/#groups>

4 Frankreich

Das nationale Programm für Quantentechnologien wurde am 21.01.2021 durch den französischen Präsidenten verkündet und soll ein Framework für die französische Industrie und Forschung in diesem Bereich entwerfen. In das Programm sollen insgesamt 1,8 Mrd € investiert werden.

Presseartikel dazu ist [hier](#) abrufbar.

4.1 PCQC

Das [PCQC](#) (Paris Centre For Quantum Computing) ist eine Einrichtung, in der Forscher aus unterschiedlichen Organisationen Forschung zu Bereichen aus der QT betreiben.

Projektbeschreibung: Ziel des PCQC ist es Forschung im Bereich QT in Frankreich zu fördern und die Zusammenarbeit mit der Industrie in diesem Bereich auszubauen, um die Kommerzialisierung dieser Technologie voranzutreiben. Die Forschungsrichtungen sind in vier Themengebiete eingeteilt: Quantensimulation und Anwendung für wenige QuBits, Quanteninformationstechnik, Kryptographie in der Quantenwelt sowie Quantenalgorithmen und Komplexität. Mehr Details zu den einzelnen Forschungsgebieten und deren Mitarbeiter sind [hier](#) abrufbar.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: CNRS, Université de Paris, Sorbonne University

Kontaktinfos:

Director Iordanis Kerenidis ☎ +33 (0)1 57 27 94 01 ✉ jkeren@gmail.com

Links/Veröffentlichungen:

Events <http://www.pcqc.fr/events.html>

Mitglieder <http://www.pcqc.fr/members.html>

5 Großbritannien

5.1 UKNQT

Das [UKNQT](#) (UK National Quantum Technologies Programme) ist ein von der Regierung gefördertes Programm, das Großbritannien im Bereich Quantentechnologie voranbringen und eine wettbewerbsfähige Industrie in diesem Sektor etablieren soll.

Projektbeschreibung: Im Rahmen der ersten Projektphase (2014-2019) wurden vier Quantum Hubs gegründet: Sensors and Timing, QUANTIC, Quantum Computing and Simulation Hub sowie der Quantum Communications Hub. Die zweite Projektphase ist auf fünf Jahre begrenzt und endet 2024.

Der [Sensors and Timing](#) Hub entwickelt Sensoren auf Basis von Quantentechnik, die später kommerziell in unterschiedlich Bereichen wie Medizintechnik oder auch der Archäologie eingesetzt werden sollen.

Der [QUANTIC](#) Hub entwirft Kameras mit Quantentechnologie, die herkömmliche Kameras in Bezug auf Sensitivität übertreffen und existierende bildgebende Verfahren verbessern.

[Quantum Computing and Simulation](#) Hub befasst sich ganzheitlich (full stack) mit der Entwicklung von Hard- und Software. Dabei werden u.a. skalierbare Netzwerke entwickelt, welche sowohl demnächst erscheinende Quantencomputer und Simulatoren unterstützen sollen, als auch zukünftige. Außerdem werden im Bereich Software und Applikationen Algorithmen und Protokolle für Quantencomputer erforscht, welche diese Ausführen und Validieren können.

Der EPSRC [Quantum Communications](#) Hub ist eine synergetische Partnerschaft verschiedener Unis, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen zur Forschung und Kommerzialisierung von quantensicherer Kommunikation. Der Hauptfokus hierbei liegt auf QKD. Dies beinhaltet u.a. den Aufbau eines Quantennetzes in Großbritannien, Miniaturisierung von QKD-Technologie (on Chip) und Satelliten Quantenkommunikation.

Stand der Dinge: Das UKNQT Programm befindet sich in der zweiten Projektphase (bis 2024).

Finanzierung: UKNQT wurde durch die britische Regierung mit 270 Mio. £ finanziert. In Projektphase 1 (2014-2019) wurden die vier Hubs mit insgesamt 120 Mio. £ und Phase 2 mit 94 Mio. £ durch das EPSC (Engineering and Physical Sciences Research Council) finanziert.

Projektpartner (UKNP): EPSRC, Innovate UK, STFC, BEIS, NPL, GCHQ, Dstl und KTN. Partner der vier Hubs sind auf Seite des jeweiligen Hubs zu finden.

Kontaktinfos:

Email: quantumtechnologies@epsrc.ac.uk

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://uknqt.ukri.org/resources/publications/>

5.2 NQCC

Das [NQCC](#) (National Quantum Computing Centre) ist Teil der Phase 2 von UKNQT.

Projektbeschreibung: Ziel ist unter anderem der Bau einer Noisy Intermediate Scale Quantum (NISQ) machine, zu Demonstrationszwecken. Ein Fernziel ist der Bau eines skalierbaren und fehlertoleranten Allzweck-Quantencomputers.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: Finanziert wird das Zentrum mit 93 Mio. £

Projektpartner: k.A.

Kontaktinfos:

Email: nqccinfo@nqcc.ac.uk

Links/Veröffentlichungen: k.A.

6 Israel

6.1 INQI

[INQI](#) (Israel National Quantum Initiative) ist eine Initiative zum Aufbau seines Super-Computers mit Quantentechnologie die mit 60 Mio \$ gefördert wird. An der INQI sind die drei Ministerien für Wirtschaft, das Verteidigungsministerium und das Finanzministerium beteiligt. Die INQI ist Teil des nationalen Aufbauprogramms zur Förderung von Quantentechnologien in Höhe von 380 Mio. \$ in Israel.

Artikel dazu s. [hier](#)

7 Indien

Die indische Regierung hat ein Programm unter dem Namen NM-QTA (National Mission on Quantum Technologies & Applications) 2020 bewilligt, welches mit insgesamt 880 Mio. € über fünf Jahre gefördert wird. Das Programm wird vom DST (Department of Science & Technology) geleitet und aufgebaut.

Details zu Programm sind [hier](#) abrufbar.

8 Japan

8.1 MEXT Q-LEAP

Das Projekt [MEXT](#) Q-LEAP (Quantum Leap Flagship Program) ist ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm, das gesellschaftliche wie ökonomische Vorhaben durch Quantentechnologie voranbringen soll. Geleitet wird das Projekt von der japanischen Behörde für Wissenschaft und Technik ([JST](#)).

Projektbeschreibung: Das Programm ist in die drei Forschungsbereiche Quanteninformationstechnologie (Quantensimulatoren und –computer), Quantenmesstechnik und –sensorik sowie Lasertechnik unterteilt. Jeder dieser Bereiche wird von einem Programmdirektor geleitet. Die drei Forschungsbereiche sind wiederum in ein Flagship-Projekt und einen Bereich Grundlagenforschung unterteilt.

Stand der Dinge: Das Programm läuft noch bis zum Jahr 2027.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: japanische Behörde für Wissenschaft und Technik (Koordination). Die Mitarbeiter der jeweiligen Flagship- bzw. Grundlagenforschungsprojekte für die drei Forschungsbereiche kommen von verschiedenen japanischen Instituten/Universitäten, die auf der Seite von [MEXT](#) gelistet sind.

Kontaktinfos:

Bereich Quanteninformationstechnologie
Center for Emergent Matter Science, RIKEN
Email: hq_ql Leap_qc@ml.riken.jp

Programmdirektor:
Prof. Kohei ITOH
Faculty of Science and Technology, Keio University
Phone: +81(Japan)-45-566-1594, Email: itoh.research@gmail.com

Bereich Quantenmessung und -sensorik
Tokyo Institute of Technology
NE-27, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550 Japan
Phone: +81-3-5734-2329, E-mail : hq.contact@ql Leap.titech.ac.jp

Programmdirektor:
Prof. Yasuhiko ARAKAWA
Institute for Nano Quantum Information Electronics, The University of Tokyo

Bereich Lasertechnik
Science and theory enabling intelligent laser manufacturing (STELLA)
E-mail : stella-hq-office@utripl.u-tokyo.ac.jp

Attosecond lasers for next frontiers in science and technology (ATTO)
E-mail : atto-hq@chem.s.u-tokyo.ac.jp

Programmdirektor:
Prof. Akira ENDO
Faculty of Science and Engineering, Waseda University

Links/Veröffentlichungen:

Website Bereich Quanteninformationstechnik: <https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/joho/en/index.html>
Website Bereich Quantenmessung und –sensorik: <https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/sensing/en/index.html>
Website Bereich Lasertechnik: <https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/laser/en/index.html>

8.2 Moonshot

[Moonshot](#) ist ein Forschungsprogramm der japanischen Behörde für Wissenschaft und Technik (JST), welches aus sieben Zielen bzw. Aufgaben besteht, die der (nahen) Zukunft umgesetzt werden sollen. Die formulierten Ziele erfordern dabei sehr viel langfristige Forschungs- und Entwicklungsarbeit und haben selbst einen hohen Potential für weitere darauf basierende zukünftige Entwicklungen.

Für den Bereich Quantentechnologie ist dabei vor allem „[Moonshot Goal 6](#)“ von Bedeutung: Im Rahmen dieses Projekts soll ein praktisch einsetzbarer NISQ (Noisy Intermediate Scale Quantum) Computer mit 100 Qubits bis zum Jahre 2050 entstehen.

9 Kanada

9.1 QIC

[QIC](#) (Quantum Industry Canada) ist ein Konsortium von Firmen aus dem Bereich Quantentechnologie. Das Konsortium soll vor allem den Aufbau einer kanadischen Industrie in der Quantentechnik unterstützen.

9.2 QEYSSat

Der [QEYSSat](#) (Quantum Encryption and Science Satellite) ist ein Projekt zur Übertragung von QKD (Quantum Key Distribution) über einen Satellit. Die wissenschaftliche Leitung für das Projekt wird vom Institut für Quantum Computing ([IQC](#)) der Waterloo Universität durchgeführt.

Projektpartner: Canadian Space Agency (CSA), Waterloo University, Honeywell

10 Korea

10.1 KERC

Das [KERC](#) (Korea-EU Research Centre) wurde 2013 gegründet, um Forschungs- und Entwicklungsprojekte zwischen der EU und Korea zu fördern.

Die südkoreanische Regierung hat angekündigt, ein Projekt zur Entwicklung von Schlüsseltechnologien für Quantencomputer wie Algorithmen und Hardware zu investieren. Das Projekt startete 2019, jedoch liegen derzeit keine weiteren Informationen zum Stand des Projekts vor. Die Ankündigung des Projekts kann auf der Seite von KERC [hier](#) abgerufen werden.

10.2 QTI

Das [QTI](#) (Quantum Technology Institute) als Teil des KRISS (Korea Research Institute of Standards and Science) beschäftigt sich mit der Forschung und Entwicklung von neuartigen Messmethoden und Kontrollmechanismen für Quantenteilchen, welche zum Bau von Computern, Kommunikationsnetzwerken und Sensoren mit Quantentechnologie benötigt werden.

11 Niederlande

11.1 Quantum Delta

Die [Quantum Delta](#) Initiative ist ein Programm zum Aufbau einer Industrie für Quantentechnologie in den Niederlanden.

Projektbeschreibung: Das Programm sieht die Einrichtung von Hubs an fünf Standorten in den Niederlanden vor. Die Forschungsgebiete sind dabei in die Themengebiete Quantencomputer (CAT 1), Quantennetzwerke (CAT 2) und Quantensensoren (CAT 3) eingeteilt, die als CAT-Programme (CAT=catalyst) bezeichnet werden.

Der [QuTech](#) Hub in Delft ist dem Themengebiet Quanten-Computing zugeordnet und beschäftigt sich mit Aufbau eines Quantencomputer Prototyps und sicherem Quanteninternet.

In Eindhoven befindet sich das Zentrum für Quantenmaterialien und -technologie [QT/e](#), das sich auf die Forschung und Entwicklung von Schlüsseltechnologien in der Quantentechnik spezialisiert.

[QA](#) (Quantum Amsterdam) ist ein Zentrum, in dem Unternehmen die Gelegenheit haben Quantensoftware und -simulatoren sowie Quantensensoren erforschen und ausprobieren können.

Der Hub in [Leiden](#) bietet Industriepartnern spezifische Angebote und Lösungen in den Bereichen Algorithmen, „real-world“ Implementierungen und Anwendungen an.

Der Hub in [Twente](#) forscht bzw. entwickelt Nanotechnologien vor allem in den Gebieten Quantenphotonik und -elektronik

Stand der Dinge: Die Hubs verfügen teils schon über eigene Internetseiten (Amsterdam, Delft, Eindhoven, Leiden) und werden je nach Hub von unterschiedlichen Partnern gefördert. Im Rahmen des Programms QuTech wurde ein erster Demonstrator mit dem Namen [Quantum Inspire](#) entworfen, auf dem Quantenalgorithmen auch auf realer Hardware getestet werden können. Im Programm CAT 2 (Quanteninternet) wurde bereits ein [Link Layer Protokoll](#) vom QuTech Hub entwickelt, über das der Effekt der Quantenverschränkung in ein (zukünftiges) Quantennetzwerk eingebaut werden kann.

Finanzierung: Das gesamte Projekt wird 615 Mio. € über einen nationalen Wachstumsfond für fünf Jahre (2021-2026) gefördert.

Projektpartner:

Da die Hubs von unterschiedlichen Partnern gefördert werden, sind die jeweiligen Projektpartner auf den Seiten der einzelnen Hubs aufgeführt:

QuTech (Delft): s. [hier](#)

QT/e (Eindhoven): s. [hier](#)

QA (Amsterdam): s. [hier](#)

Leiden: s. [hier](#)

Twente: s. [hier](#)

Kontaktinfos:

Für allgemein Anfragen:

Victor Land

Email: victor.land@quantumdelta.nl

Irene Rompa

Email: irene.rompa@quantumdelta.nl

Ansprechpartner der einzelnen Hubs:

Delft (QuTech):

Freeke Heijman

Email: QD-gutech@tudelft.nl

QT/e (Eindhoven):

Servaas Kokkelmans

Email: s.kokkelmans@tue.nl

QA (Amsterdam):

Stand 23.11.2021

Victor Land

Email: v.land@quantum.amsterdam

Leiden:

Vedran Dunjko

Email: v.dunjko@liacs.leidenuniv.nl

Twente:

Pepijn Pinkse

Email: P.W.H.Pinkse@utwente.nl

Links/Veröffentlichungen:

Aufbau des Programms und allgemeine Informationen: <https://quantumdelta.nl/what-we-do/>

weitere Informationen zum Programm: <https://quantumdelta.nl/general-overview-and-documents/>

11.2 QuSoft

[QuSoft](#) ist ein niederländisches Forschungszentrum für Quantensoftware.

Projektbeschreibung: Seit 2015 beschäftigt sich das Zentrum mit der Entwicklung neuer Protokolle, Algorithmen und Anwendungen für kleine und mittelgroße Prototypen von Quantencomputern.

Stand der Dinge: aktuelle News von QuSoft sind [hier](#) abrufbar

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: Centrum Wiskunde & Informatica (CWI), University of Amsterdam,

VU University Amsterdam. Das Zentrum wurde von diesen drei Institutionen gegründet.

Kontaktinfos:

QuSoft

Science Park 123

1098 XG Amsterdam, the Netherlands

Phone: +31 (0)20 592 4032, Email: info@qusoft.org

Links/Veröffentlichungen:

Events: <https://www.qusoft.org/events2-directory-2/>

12 Österreich

12.1 VCQ

Das [VCQ](#) (Vienna Center for Science and Technology) ist eine Gemeinschaftsinitiative von österreichischen Forschungseinrichtungen.

Projektbeschreibung: Das VCQ soll neue Impulse in der Forschung und Lehre für QT setzen. Am VCQ werden die unterschiedlichsten Forschungsgebiete von der Grundlagenforschung bis hin zu Anwendungen für die QT behandelt.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: University of Vienna, the Vienna University of Technology, the Austrian Academy of Sciences, and the Institute of Science and Technology Austria.

Stand 23.11.2021

Kontaktinfos:

Vienna Center for Quantum Science and Technology  -  vcq@quantum.at

Links/Veröffentlichungen:

News/Events: <https://vcq.quantum.at/news-events/>

Forschungsgebiete: <https://vcq.quantum.at/research/>

12.2 AQUnet

AQUnet ist ein österreichisches Infrastruktur-Projekt zum Aufbau eines Quantennetzwerkes mit Glasfasern. Das Projekt startete im Mai 2021.

Projektbeschreibung: Das Netzwerk soll Quantenkommunikation über größere Distanzen ermöglichen sowie Forschern zur Durchführung von präzisen Messungen und Datenübertragungen mit Quanten dienen.

Stand der Dinge: Das Projekt befindet sich derzeit im Aufbau und verfügt noch über keine eigene Homepage. Projekt startete am 01.05.2021 und ist auf fünf Jahre ausgelegt.

Finanzierung: finanziert durch die österreichische Forschungsförderung (FFG) mit 2,8 Mio. € (s. [hier](#)).

Projektpartner: FFG (Finanzierung), ACONET (Koordination), TU Wien, Universität Wien, Universität Innsbruck, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Kontaktinfos:

ACONET:

Dipl.-Ing. Bernd Logar

Vorsitzender Verein ACONET

Email: bernd.logar@aco.net

FFG:

Dipl.-Ing. Martin Reishofer

Phone: +43 5 7755 2402

Email: martin.reishofer@ffg.at

Links/Veröffentlichungen:

FFG: <https://www.ffg.at/presse/quantennetzwerk-ueber-glasfaser-aqunet-hebt-ab>

TU-Wien: <https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/news/aqunet-quanteninternet-als-oesterreichisches-infrastrukturprojekt>

13 Polen

13.1 NLQT

Das [NLQT](#) (National for Photonics and Quantum Technologies) befindet sich in Wrocław und wird von der dortigen Universität betreut.

Projektbeschreibung: Ziel ist die Entwicklung einer Infrastruktur basierend auf Photonik und Quantentechnologie.

Projektpartner: University of Warsaw, Silesian University of Technology, Wrocław University of Science and Technology, IChF, Nicolaus Copernicus University, PCSS, UMCS

Kontaktinfos:

Projektleiter:

Prof. Dr. hab. Czesław Radzewicz

Email: radzewic@fuw.edu.pl

13.2 PSNC

Neben den bisher schon erwähnten Initiativen bzw. Einrichtungen QuAPITAL ,NQLT, QIRG, OpenQKD und AQUnet (möglicherweise EUROQCI) ist das [PSNC](#) (Poznan Supercomputing and Networking Center) auch an einer Gemeinschaftsinitiative zum Aufbau einer länderübergreifenden QKD Übertragung zwischen Polen und Tschechien beteiligt. Details hierzu unter 3.3.1 E-Infra.

Kontaktinfos:

Piotr Rydlichowski

Phone: +48 61 858 2039, Email: prydlich@man.poznan.pl

14 Russland

Russland hat einen fünf Jahresplan zur Entwicklung von Quantentechnologien im Rahmen des nationalen Programms zur Digitalisierung der Wirtschaft ausgearbeitet. Laut Experten soll das Programm mit ca. 1 Mrd. € gefördert werden (nicht offiziell bestätigt) und vor allem die Forschung in den Bereichen Quantum Computing und Quantum Simulation, Quantenkommunikation, Quantum Metrologie und Sensorik sowie Basistechnologien.

Quelle: s. [hier](#)

14.1 RQC

Das [RQC](#) (Russian Quantum Center) forscht an vielen unterschiedlichen Bereichen zum Thema neue Technologien im Bereich Quantentechnologie u.a. Quantenkommunikation, Quantensimulatoren, Quantenpolarisation durch.

Projektpartner: Stoletovs Vladimir State University (VISU), Institute of Informatics Problems of the Tatarstan Academy of Sciences, Rzhanov Institute of Semiconductor Physics, RAS Institute of Solid State Physics (ISSP RAS), Lomonosov Moscow State University, Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), National University of Singapore (NUS), Novosibirsk State University (NSU), Advanced Energy Technologies, Russian Space Systems, Tsiolkovsky Russian State Technological University (MATI), Russian New University (RosNOU), Saint Petersburg State University (SPbSU), University of Calgary, Purdue University, Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences (LPI RAS), Center for Ultracold Atoms (CUA)

Kontaktinfos:

Business-center "Ural", 100, Novaya street, Skolkovo, Moscow,
143025 RUSSIA

Phone: 7 495 280 1291, Email: mail@rqc.ru

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <http://prev.rqc.ru/publications/articles/>

News: <http://prev.rqc.ru/news/rqc/>

14.2 KQC

Das [KQC](#) (Kazan Quantum Center) an der [KAI](#) (Kazan National Research Technical University) wurde 2014 gegründet und forscht auf dem Gebiet der Quantenkommunikation. Es besteht aus dem Laboratorium für Speicherung von Quanteninformationen ([LQM](#)), dem Laboratorium für Photonik und Quantenoptik ([LPQ](#)) sowie dem Laboratorium für Quantenkryptographie ([LQK](#)).

Projektpartner: Russian Quantum Center (Moscow), Institute of Technical Mechanics and Optics (Saint Petersburg), Moscow State University, Institute of Physics and Technology of the Russian Academy of Sciences (Moscow), Zavoisky Institute of Physics and Technology, Kazan Federal University, Kazan National Research Technical Institute KAI

Kontaktinfos:

Adresse:

18a Chetaeva str., Kazan, Tatarstan, Russia, 420126.

Phone: +7843211600, Email: admin@kazanqc.org

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://kazanqc.org/pubs/>

News: <https://kazanqc.org/>

14.3 NTI

Im Zuge der NTI (National Technology Initiative) wurden zwei Zentren für Quantentechnologie an der Moscow State University und der National University of Science and Technology gegründet. Diese Zentren werden vom russischen Ministerium für Wissenschaft und Erziehung mit ca. 30 Mio. € über einen Zeitraum von fünf Jahren gefördert.

Quelle: s. [hier](#)

14.3.1 QTC MSU

Das [QTC MSU](#) (Quantum Technology Centre) an der MSU (Moscow State University) konzentriert seine Aktivitäten auf drei Kategorien. Die erste ist die Schaffung von technologischen Grundlagen für die Entwicklung von (mittelgroßen) Quantencomputern, die Einführung technischer Produkte auf dem Gebiet der Quantenverschlüsselung und mittelgroßer Quantencomputer sowie die Ausbildung und Lehre in diesem Bereich.

Publikationen: <https://quantum.msu.ru/en/node/90>

14.3.2 MISiS QTC

Das NTI Zentrum für Quantenkommunikation ([QTC](#)) an der MISiS (National University of Science and Technology) beschäftigt sich überwiegend mit Thema Quantenkryptographie. Dazu zählen u.a. QKD (Quantum Key Distribution), verteiltes Quantenrechnen und die Umsetzung von (theoretischen) Modellen auf geeigneter Soft- bzw. Hardware.

Projektpartner: RQC (Russian Quantum Center)

Kontaktinfos:

Direktor des QTC:

Kurochkin Yury

Email: y.kurochkin@misis.ru

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://en.misis.ru/university/struktura-universiteta/centre/90/publications/>

15 Schweiz

15.1 NCCR QSIT

Das [NCCR QSIT](#) (National Centre of Competence in Research - Quantum Science and Technology) unterstützt die Forschung an verschiedenen Themen aus dem Bereich Quantentechnologie, unter anderem Quantencomputing und Kryptografie.

Projektbeschreibung: Hauptziel des Projektes ist die Koordination zwischen den schweizerischen Forschungseinrichtungen zu erleichtern und bisherige Schwierigkeiten in den Bereichen Quantum Control und Manipulation zu überwinden.

Stand der Dinge: k.A.

Finanzierung: insgesamt ca. 50 Mio. Schweizer Franken für Projektphase 2018 – 2021. Verschiedene Geldgeber

Projektpartner: ETHZ (Koordination), Uni Basel, Uni Genf, Uni Lausanne, ETH Lausanne, IBM, Università della Svizzera italiana

Kontaktinfos:

NCCR Director Prof. Klaus Ensslin ☎ +41 (0) 44 633 22 09

✉ ensslin@phys.ethz.ch

Links/Veröffentlichungen:

Veröffentlichungen <https://nccr-qsit.ethz.ch/research/publications-datasets.html>

15.2 ETHZ-PSI Quantum Computing Hub

Das [ETHZ-PSI](#) ist ein Zentrum zur Entwicklung eines Quantencomputers

Projektbeschreibung: Entwicklung und Bau eines experimentellen large scale Quantencomputers auf Basis von Ionenfallen und supraleitenden Schaltkreisen am Standort des PSI (Paul-Scherrer-Institut) Campus in Villingen. Es existieren bereits Computer mit 17 QuBits.

Finanzierung: 32 Mio. Schweizer Franken von ETH Zürich

Projektpartner: ETHZ und PSI

ETH Zurich Quantum Center ✉ info@qc.ethz.ch

Presse [ETH Zurich and PSI found Quantum Computing Hub \(ETH press release\)](#)

Presse [The goal is an experimental quantum computer in the canton of Aargau \(PSI press release\)](#)

15.3 Kommerzielle Anbieter

15.3.1 IDQuantique

ID Quantique ([IDQ](#)) ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich (Post) Quanten Kryptographie Lösungen, die Daten auch in Zukunft gegen Angriffe auf Basis von Quantentechnik schützen sollen. Das Unternehmen bietet Software- und Hardwareprodukte zu quantensicherer Netzwerkverschlüsselung und QKD an.

Außerdem bietet es optische (Mess-) Instrumente an, u.a. Geräte zum Zählen von Photonen.

16 Singapur

16.1 QEP

Das [QEP](#) (Quantum Engineering Programme) ist ein Programm zur Förderung der Forschung und Unterstützung des Aufbaus einer Industrie im Bereich Quantentechnologie.

Projektbeschreibung: QEP soll vor allem Lösungen auf Basis Quantentechnologien für Endnutzer entwerfen. Das Programm ist in die Richtungen Quantensensorik, Kommunikationstechnik und Sicherheit sowie Quanten-Computing gegliedert. Das Programm startete 2019 und wird von der NUS (National University of Singapore) betreut.

Kontaktinfos:

Email: contact@qepsg.org

QEP Direktor:

Alexander Ling

Email: director@qepsg.org

Links/Veröffentlichungen:

News: <https://qepsg.org/news>

16.2 CQT

Das [CQT](#) (Centre for Quantum Technologies) ist ein Exzellenz-Cluster zur Erforschung und Anwendung von Quantentechnologien.

Projektbeschreibung: Gegründet wurde das Cluster 2007 durch die Wissenschaftsförderung Singapur und Ministerium für Bildung. Betreut wird das CQT durch die NUS (National University of Singapore) und Mitarbeitern der NTU (Nanyang Technological University). Die Forschungsbereiche sind in die drei Richtungen Quantenkommunikation und Sicherheit, Quanten-Computing und Simulation sowie Sensorik und Quantenmesstechnik unterteilt. Zudem führt das CQT auch Grundlagenforschung im Bereich Quantentechnologie durch und entwickelt Geräte für diesen Bereich. Weitere Details zu den einzelnen Forschungsgebieten können [hier](#) abgerufen werden.

Stand der Dinge: Die jährlichen Berichte des Zentrums werden [hier](#) veröffentlicht.

Finanzierung: k.A.

Projektpartner: DSO National Laboratories, IMEC, National Supercomputing Centre, SGINNOVATE, Singtel, SpeQtral, ST Engineering

Kollaborationen International:

French National Centre for Scientific Research (CNRS), University of Nice Sophia Antipolis, Sorbonne University, CQC2T (Australien), TCG Centres for Research and Education in Science and Technology (Indien), University of Catania (italien), Graduate School of Information Science and Graduate and School of Mathematics Nagoya University, University of Otago (Neuseeland), National Institute of Metrology (Thailand)

Kontaktinfos:

Direktor CQT:

José Ignacio Latorre

Phone: +65 6516 5102

Email: CQTDir@nus.edu.sg

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen: <https://www.quantumlah.org/research/publications.php>

Events: <https://www.quantumlah.org/page/key/upcomingevents>

16.3 QuantumSG

[QuantumSG](#) ist ein Netzwerk für Wissenschaftler in Singapur, zum Thema Quanteninformationstechnologien. Das Netzwerk ist in [47 Forschungsgruppen](#) gegliedert, welche sich mit theoretischen wie auch experimentellen Themen in der Quantentechnologie befassen.

Stand der Dinge: Der aktuelle Status zur Forschung in der Quantentechnologie in Singapur wird von QuantumSG in einem Bericht zusammengefasst, der [hier](#) heruntergeladen werden kann.

17 Tschechien

Die Tschechische Republik hat bereits nationale Initiativen für die Einführung bzw. den Aufbau von Quantennetzen bzw. Entwicklung von Quantentechnologien ausgearbeitet. Diese beinhalten eine Roadmap für die Einführung von Quantentechnik. Bzw. Quantennetzen.

Links/Veröffentlichungen:

(nur in tschechischer Sprache verfügbar)

NIKT-Initiative: <https://www.nikvtech.cz/>

IMPAKT-1: <https://www.mvcr.cz/vyzkum/clanek/strategicka-podpora-rozvoje-bezpecnostniho-vyzkumu-cr-2019-2025-impakt-1.aspx>

Kontaktinfos:

Josef Vojtech (CESNET)

Phone: +420 234680377

Email: josef.vojtech@cesnet.cz

17.1 E-INFRA

Dem tschechische Forschungsnetzwerk [E-INFRA](#) ist es bereits gelungen, eine erste QKD Übertragung innerhalb Tschechiens zu realisieren.

Projektbeschreibung: Die QKD Übertragung erfolgte zwischen den Städten Ostrava und Cieszyn in Tschechien über eine 75 km lange Glasfaserstrecke.

Projektpartner: CESNET, IT4Innovations, National Supercomputing Center at VSB - Technical University of Ostrava, PSNC

Kontaktinfos:

Phone: +420 234 680 222, Email: info@e-infra.cz

Links/Veröffentlichungen:

Artikel zum Projekt(e-infra): <https://www.e-infra.cz/en/news/the-first-inter-city-quantum-key-distribution-in-the-czech-republic-the-most-secure-encrypted-communication>

18 USA

18.1 NQIA

Die [NQIA](#) (National Quantum Initiative Act) ist eine im Jahre 2018 erlassene Verordnung in den USA, mit dem Ziel, Forschung und Entwicklung in der Quantentechnik für wirtschaftliche Ziele sowie im Interesse der nationalen Sicherheit zu fördern. Die Verordnung ermächtigt das NIST (National Institute of Standards and Technology), die NSF (National Science Foundation) sowie das DOE (Department of Energy) sog. [QIS](#) (Quantum Information Science) Zentren aufzubauen und zu fördern. Diese forschen auf dem Gebiet der Quanteninformationstechnik. Es wurden bereits drei Institute unter Beteiligung des NSF und fünf QIS Forschungszentren vom DOE gegründet.

Auf Basis der Initiative von NQIA wurden die NSF (National Science Foundation) und das DOE damit beauftragt, Zentren für die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Quanteninformationstechnik QIS (Quantum Information Science) zu etablieren. Daraufhin wurden drei Institute -sog. NSF-QLCI (Quantum Leap Challenge Institutes)- für die Forschung an QIS (Q-SEnSE, HQAN, CIQC) unter Beteiligung des NSF und fünf (Q-NEXT, C2QA, SQMS, QSA, QSC) QIS Forschungszentren (DOE QIS Research Centers) in Zusammenarbeit mit dem DOE gegründet.

18.1.1 NSF-QLCI

18.1.1.1 Q-SenSE

Am [Q-SenSE](#) (Quantum Systems through Entangled Science and Engineering) Institut arbeiten Forscher aus unterschiedlichen Disziplinen an der (Weiter-) Entwicklung von Sensoren auf Basis von Quantentechnologie, mit denen u.a. neue Anwendungen im Bereich Quantentechnik etabliert werden sollen.

18.1.1.2 HQAN

Anstatt einen Quantencomputer mit einem (großem) Prozessor zu realisieren wird am NSF-QLCI Institut [HQAN](#) (Hybrid Quantum Architectures and Networks) ein hybrider Ansatz verfolgt: Die Skalierbarkeit eines Quantenprozessors soll durch verteilte (kleine) Quantenprozessoren bzw. Quantennetzwerke gesteigert werden.

18.1.1.3 CIQC

Das [CIQC](#) (Challenge Institute for Quantum Information) arbeitet an der Realisierung eines Quantencomputers. Die Forschungsbereiche Quantenalgorithmen, verifizierbarer Quantenvorteil sowie die Skalierung von Quantensystemen im Vordergrund

18.1.2 DOE QIS Research Centers

18.1.2.1 Q-NEXT

[Q-NEXT](#) beschäftigt sich mit dem Speichern und Übertragen von Quanteninformationen über sehr kurze und lange Distanzen (Städte). Langfristig soll Q-NEXT Leitungen für die Übertragung von Quanteninformationen anbieten und ein Hersteller für Materialien für Geräte auf Basis von Quantentechnologie werden.

18.1.2.2 C2QA

Die Forschung am [C2QA](#) (Co-design Center for Quantum Advantage) verknüpft die Themengebiete Materialien, Quantenhardware sowie Software und Algorithmen um neue Quantum Co-Design Prinzipien zu entwerfen und anzuwenden.

18.1.2.3 SQMS

Das [SQMS](#) (Superconducting Quantum Materials and Systems Center) am Fermilab verfolgt drei wesentliche Ziele: Die Kohärenzzeit der Zustände von QuBits zu erhöhen, einen neuartigen Quantencomputer mit Supraleitern zu bauen sowie die Entwicklung ultrasensitiver Quantensensoren.

18.1.2.4 QSA

[QSA](#) (Quantum Systems Accelerator) hat ein Netzwerk von Experten unterschiedlicher Experten und Forschungseinrichtungen etabliert, das an der Umsetzung von Quantensystemen arbeitet, die die herkömmlicher Computer übertreffen sollen. Dazu sollen moderne Quantentechnik-Prototypen – auf Basis von Ionenfallen, Supraleitern etc...- mit Algorithmen für fehleranfällige Hardware so kombiniert werden, sodass daraus optimale Anwendungen u.a. für Computing und Materialwissenschaften entstehen.

18.1.2.5 QSC

Das [QSC](#) (Quantum Science Center) forscht an Materialien mit topologischen Eigenschaften, die die Stabilität von Quantenzuständen verbessern. Auch werden dort Algorithmen für Quantensysteme entwickelt, welcher auf der Anwendung topologischer Systeme basieren. Außerdem entwirft das QSC neue Quantensysteme und Algorithmen, mit denen Quantensensoren für die Detektion schwacher Signale gebaut werden sollen.

18.2 ESnet

Das amerikanische Forschungsnetzwerk [ESnet](#) (Energy Sciences Network) soll laut einem Entwurf des DOE (Department of Energy) dabei helfen, ein skalierbares Quantennetzwerk in den USA aufzubauen. Die Pressemitteilung ist auf der Seite von ESnet veröffentlicht (s. [hier](#)). Es ist geplant, dass ESnet mehrere Projekte im Bereich Quantennetzwerke begleitet und zusammen mit Forschungseinrichtungen eine Basis für ein skalierbares Quantenkommunikationsnetzwerk, Quanteninternet, schafft. Zu diesem Zweck hat bereits ein interner Workshop stattgefunden, bei dem eine Roadmap für dieses komplexe Projekt vorgestellt wurde ([Link](#)).

ESnet ist bzw. war bereits an verschiedenen Projekten rund um das Thema Quantentechnologie beteiligt. Im Jahre 2019 konnte ESnet zusammen mit der Brookhaven National Laboratory und Stony Brook University eine Verschränkung von Quantenteilchen über eine Glasfaserstrecke von 18 km erzielen.

Das Illinois Express Quantum Network (IEQNET) ist ein Netzwerk, das Endnutzern bei Bedarf die Generierung von verschränkten Zuständen (QuBits ermöglicht). IEQNET besteht aus SDN-Switches, welche Quantennetzwerkknoten (Q-Nodes) in der Gegend von Chicago miteinander verbindet. Die Q-Nodes können Quantenverschränkungen und –messungen durchführen. Gegliedert ist das IEQNET in zwei Q-LAN's, welche durch Glasfasern miteinander verbunden sind. Diese Verbindungen werden u.a. durch ESnet bereitgestellt.

Zudem ist ESnet an dem Projekt QUANT-NET zusammen mit dem Berkley-Lab, dem Caltech und dem UC Berkley beteiligt (Pressemitteilung s. [hier](#)). Gefördert wird das Projekt vom Department of Energy (DOE) mit 12,5 Mio. \$ mit dem Ziel, ein Quanteninternet innerhalb der USA aufzubauen. Zunächst soll im Rahmen des Projekts ein verteiltes Quantennetzwerk zwischen dem Berkley Lab und UC Berkley aufgebaut werden.

18.2.1 QED-C

Das [QED-C](#) (Quantum Economic Development Consortium) ist ein Konsortium von Projektbeteiligten mit dem Ziel, eine Industrie für Quantentechnologie in den USA zu schaffen und auszubauen.

18.3 Core Programs

Vor dem Start der NQIA gab es bereits Institutionen bzw. Initiativen, die sich mit dem Thema Quantentechnologie beschäftigten. Die dort erzielten Forschungsergebnisse halfen auch im Vorfeld bei Aufbau der QIS Zentren bzw. Institute. Die wichtigsten Einrichtungen bzw. Forschungsprojekte sowie deren Träger die in der Kategorie „*Core Programs*“ zusammengefasst sind, sind in diesem Abschnitt aufgeführt.

18.3.1 NIST

Das [NIST](#) (National Institut of Standards and Technology) unterhält Partnerschaften zu mehrere Universitäten und Forschungseinrichtungen zum Thema Quantenwissenschaften und Technologie. Ein neuer Forschungsschwerpunkt des NIST ist das Verständnis des Potenzials der auf Quanten basierenden Technologie für die Umgestaltung von Sicherheit, Datenverarbeitung und Kommunikation sowie die Entwicklung der für die Nutzung dieses Potenzials erforderlichen Mess- und Normungsinfrastruktur.

Im Folgenden sind die drei Forschungsinstitute mit denen das NIST kooperiert, aufgeführt:

18.3.1.1 JQI

Das [JQI](#) (Joint Quantum Institute) ist ein Institut für grundlegende Forschung auf dem Gebiet der Quantenphänomene.

18.3.1.2 QuICS

[QuICS](#) (Joint Center for Quantum Information and Computer Science) ist eine Einrichtung, die vom NIST und der Universität Maryland betrieben wird. Aufgabe des QuICS ist die Forschung und Lehre für Quanten-Computing und Quanteninformationstechnik.

18.3.1.3 JILA

Das [JILA](#) Institut wird gemeinsam vom NIST und der Universität von Colorado Boulder betrieben. Der Forschungsbereich [QIST](#) (Quantum Information Science & Technology) am Institut beschäftigt sich u.a. mit Verschränkung, sowie Übertragung von Quanteninformation in Photonen in mechanische Bewegung.

18.3.2 LPS

Im LPS (Laboratory for Physical Sciences) Labor werden vorwiegend neue zukünftige Informationstechniken erprobt und getestet.

18.3.2.1 SSQP

Im Forschungsbereich [SSQP](#) (Solid State & Quantum Physics) am LPS werden Experimente und theoretische Ansätze zu den Themengebieten Grundlagenforschung und Schlüsseltechnologien für Geräte der Quantentechnologie, Materialwissenschaften sowie die dafür passende Informationstheorie durchgeführt bzw. entwickelt.

18.4 AQT

Die [AQT](#) (Alliance for Quantum Technologies) ist eine gemeinsame Initiative des AT&T Foundry Innovationszentrum und Caltech (California Institute of Technology). Ziel von AQT ist es, Teilnehmer aus Unternehmen, Bildungseinrichtungen sowie weitere öffentliche Institutionen (Regierung) zusammen zu bringen. Gemeinsam soll damit die Forschung im Bereich Quantentechnologie vorangebracht und praktische Anwendungen entwickelt werden.

Im Rahmen von AQT wurde das Programm [INQNET](#) (INtelligent Quantum NETworks and Technologies) 2017 gegründet, welches sich speziell mit Netzwerk-Kapazitäten und Sicherheit in (zukünftigen) Quantennetzen beschäftigt. Die beiden Systeme zur Quantenteleportation FQNET (Fermilab Quantum Network) und CQNET (Caltech Quantum Network) wurden bereits über das INQNET Programm aufgebaut.

18.4.1 CQNET

Das [CQNET](#) (Caltech Quantum Network) am kalifornischen Institut für Technologie ist ein Testbed für Quantentechnologie im Bereich Netzwerktechnik und ist genauso aufgebaut wie das FQNET Testbed (siehe 18.4.2) Dazu zählen u.a. die Entwicklung von Prototypen und Inbetriebnahme von Geräten für Quantennetze.

Stand der Dinge: Ergebnisse des Projekts können [hier](#) eingesehen werden.

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen <https://journals.aps.org/prxquantum/abstract/10.1103/PRXQuantum.1.020317>

18.4.2 FQNET

Das [FQNET](#) (Fermilab Quantum Network) ist ein Testbed Netzwerk zur Übertragung von verschränkten QuBit-Zuständen über verschiedene (Glasfaser-) Distanzen. Im Unterschied zu CQNET wird diese Testbed vor allem für Testzwecke verwendet.

Links/Veröffentlichungen:

Publikationen <https://journals.aps.org/prxquantum/abstract/10.1103/PRXQuantum.1.020317>

18.5 FQI

[FQI](#) (Fermilab Quantum Institute) ist in unterschiedlichen DOE QIS Initiativen engagiert und stellt wissenschaftliche Expertise und Infrastrukturen für die Forschung in der Quanteninformationstechnologie bereit. Im Themengebiet Kommunikation und Netzwerke arbeitet das FQI an der Quantenteleportation und der Übertragung von verschränkten Zuständen in Netzwerken. Zwei weitere Forschungsgebiete im Bereich Quantentechnik sind Computing und Simulation sowie Sensorik und Messtechnik.