



Quantencomputing

Das Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing ist die erste Anlaufstelle für alle, die am und mit dem Quantencomputer forschen wollen. In diesem Netzwerk haben sich regionale Kompetenzzentren in sieben Bundesländern mit jeweils eigenen Forschungsschwerpunkten, die sich wiederum aus Fraunhofer-Instituten zusammensetzen, zusammengeschlossen. Das gemeinsame Ziel: Die Erforschung und Entwicklung von neuen technologischen Lösungen auf dem Gebiet des Quantencomputings.

Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)

Seit 2020 steht das Kompetenzzentrum Quantencomputing am Fraunhofer ITWM für Forschung der Zukunftstechnologie. Es bündelt aktuell rund 15 Projekte mit verschiedensten Ausrichtungen und legt seinen Fokus auf Quanten High Performance Computing. Von Quantenchemie über Finanzmathematik, Projekten mit Energieschwerpunkt über Materialsimulation bis hin zur Bildverarbeitung – alle Projekte gehen der Frage nach, wie und wo quantenbasierte Rechenstrategien zum Einsatz kommen und welche komplexen Fragestellungen damit (besser) gelöst werden können.

Das Zentrum ist eines von inzwischen acht, die zusammen das deutschlandweite Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing bilden. Sie tragen dazu bei, die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in Deutschland zu stärken. Auch Grundlagenschulungen oder Workshops für Quanten Maschinelles Lernen (QML) gehören inzwischen zum Repertoire des Kompetenzzentrums, darunter auch zwei zertifizierte Schulungsreihen im internen Fraunhofer-Projekt »Quantum Technology Professional«. Unsere Abteilung »Finanzmathematik« gibt darüber hinaus spezifische Schulungen für die Finanzwelt.

Quantencomputing als Investition in die Zukunft

Dr. Valeria Bartsch leitet die abteilungsübergreifende QC-Gruppe von Beginn an. Das Kernprojekt nennt sich AnQuC – kurz für Anwendungsorientiertes Quantencomputing. Es ist bereits Phase drei von AnQuC. »Sie haben die Anschubfinanzierung gut genutzt«, betonte der Rheinland-Pfälzische Wissenschaftsminister Clemens Hoch bei der Bescheidübergabe. In der nächsten Förderphase vertiefen die Forschenden die Arbeitspakete. Dazu gehört auch, weitere Anwendungen zu identifizieren – eine Strategie, die auch der Industrielle Beirat bestärkt. Er besteht aus Vertretenden von BASF, Debeka, der Deutschen Bahn und Schaeffler.



Knapp drei Mio. Euro für das Angewandte Quantencomputing am Fraunhofer ITWM: Wissenschaftsminister Clemens Hoch übergibt den Förderbescheid an Institutsleiterin Prof. Dr. Anita Schöbel.

»Die Technologie galt vor Jahren noch als großes Versprechen weit in der Zukunft. Auch jetzt ist noch vieles offen, deshalb braucht es unsere Forschung«, so Bartsch. »Aber bereits in naher Zukunft werden wir in der Lage sein, abzuschätzen wie ein Weg zur Quantenüberlegenheit in der Industriepraxis aussehen kann. Wir sind bereits in Verhandlungen mit Unternehmen zu weiteren Projekten.«

Bartsch wurde zudem 2022 in den Vorstand des Arbeitskreises »High Performance und Quantum Computing« der Bitkom gewählt. »Das Ziel der Gruppe ist es vor allem auch kleine Firmen über die Bedeutung von Höchstleistungsrechnen und Quantencomputing zu informieren und den Zugang zu erleichtern«, so die Expertin.

Kontakt

Dr. Valeria Bartsch
Teamleiterin Next Generation
Computing – Quanten Computing
Telefon +49 631 31600-4741
valeria.bartsch@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/quantencomputing



© freepik

15

Projekte mit vielfältigen Ausrichtungen

»QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs

Eins der neuen Projekte ist »QUIP«. Die Quanten-Initiative Rheinland-Pfalz stellt den wissenschaftlichen Nachwuchs in den Mittelpunkt. Im Zusammenschluss der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU), dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und dem Fraunhofer ITWM ist das Ziel junge Forschende mit konkreten Maßnahmen für das Wirtschaftsfeld »Quantencomputing« fit zu machen. Die Initiative wird vom Rheinland-Pfälzischen Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit (MWG) gefördert und bietet ein detailliertes und breites Forschungsprogramm zur Aus- und Weiterbildung sowie Vernetzung.

Besonders wichtig: Internationale Menschen auch für den Standort zu begeistern. »Wir ermutigen Studierende sich bei uns in Rheinland-

Pfalz einzubringen«, so Dr. Xiaoyin Cheng, Projektleiterin am Fraunhofer ITWM. »Zum Beispiel in unserem Quanten-Graduiertenzentrum, ein zentrales Element von QUIP. Alle Promovierenden mit Themen »Quantencomputing« oder »Quantentechnologien« sind eingeladen, sich hierfür zu bewerben. Wir unterstützen sie aktiv mit individuellen Fortbildungen und einem breiten Programm«.

Den Auftakt zu den QUIP-Veranstaltungen bildete im Juni 2023 ein zweitägiger Workshop mit Postersession und mehreren Gastvorträgen. Zudem organisieren die Verantwortlichen zukünftig regelmäßig Sommer- und/oder Winterschulen und Praktika. Außerdem ermöglichen Forschungsaufenthalte Einblicke in die QC-Arbeiten an den beteiligten Einrichtungen.



www.itwm.fraunhofer.de/quip

Kontakt

Dr. Xiaoyin Cheng
Projektleiterin »QUIP«
Telefon +49 631 31600-4860
xiaoyin.cheng@itwm.fraunhofer.de



»Rymax« baut Quantencomputing-Demonstrator

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt entwickeln wir gemeinsam mit unseren Projektpartnern einen Quantencomputing-Demonstrator auf Basis von Rydberg-Atomen – den Rymax One. Die Vision: Optimierungsprobleme, zum Beispiel in der Logistik, schneller und besser lösen.

Das Akronym »Rymax« setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen: RY steht für Rydberg-Atome – eine vielversprechende Möglichkeit, Quantencomputer zu realisieren – und MAX beschreibt, dass das Team das Maximum aus dieser Technologie herausholen

möchte. Der Quantencomputer selbst entsteht in dem neu errichteten RPTU-Forschungsbau »Laboratory for Advanced Spin Engineering« (LASE) auf dem Universitätscampus Kaiserslautern und an der Universität Hamburg.

Gemeinsam verfolgen wir das Ziel einen Quantencomputer zu entwickeln, der in der Lage ist, Optimierungsprobleme möglichst effizient zu lösen – etwa in der praktischen Anwendung bei Logistikabläufen, Lieferketten und Prozessoptimierung. Unser Institut bildet dabei die Brücke zwischen den Technologiepartnern, die den Quantencomputer konstruieren und



der Anwendungspartner. Die Hamburger Hafen und Logistik AG sowie die OTTO Gruppe steuern die Praxiserfahrung bei.

Quantencomputer haben das Potenzial, bestimmte mathematische Probleme besser und schneller zu lösen als klassische, digitale Computer – eine große Herausforderung, dafür aber auch eine riesige Chance für uns als Institut für Angewandte Mathematik.

Unsere Aufgabe im Projekt »Rymax« ist es, die praktischen Anwendungsfälle der assoziierten Industriepartner geeignet zu modellieren sowie passende Algorithmen und Software bereitzustellen, um dieses Potenzial möglichst gut auszuschöpfen. Seitens des Fraunhofer ITWM bringen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Bereichen »High Performance Computing« (HPC) und »Optimierung« (OPT) ihre Expertise mit ein.



www.itwm.fraunhofer.de/rymax

»EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle

Die bisher als »industriell relevant« identifizierten Anwendungen im Bereich Quantencomputing sind fast immer hybrid. Das heißt die klassischen Systeme kommen in Kombination mit Quantenschaltkreisen zum Einsatz. Im August 2022 gestarteten Projekt »EniQmA« (Ermöglichung hybrider Quantum-Anwendungen) arbeiten wir daran, diese hybriden Prozesse gezielt zu systematisieren.

»Wir unterstützen bei der strukturierten Entwicklung hybrider Quantenanwendungen durch Software, Methoden und Werkzeuge«, erklärt Projektleiterin Dr. Valeria Bartsch. »Konkret heißt das: Wir helfen bei der Orchestrierung klassischer Software und Quanten-Software. Dafür schafft unser EniQmA-Team ein Set an Tools für den gesamten Lebenszyklus hybrider Quantenanwendungen.« Im Projekt geschieht dies anhand konkreter industrieller Use Cases. In der ersten Phase sind die großen Anwendungsschwerpunkte: Risikoanalyse und Auffäl-

ligkeitsdetektion in Produktionsprozessen. Seitens unseres ITWM-Teams bringen Forschende aus den Bereichen »High Performance Computing«, »Finanzmathematik«, »Strömungs- und Materialsimulation« und »Bildverarbeitung« ihre Expertise mit ein. Außerdem dabei sind das Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, die Universität Stuttgart, die Freie Universität Berlin, die umlaut Solutions GmbH und die Deutsche Bahn/DB Systel GmbH sowie über 20 assoziierte Partner.

Das gemeinsam gewonnene Wissen ermöglicht es der Fraunhofer-Gesellschaft zukünftig das Angebot zu Quantencomputing auszubauen und genauer zu definieren. Interessierte Unternehmen können sich dann an die Kompetenzzentren wenden, um sich umfassend zu den verschiedenen Aspekten der hybriden QC-Algorithmen beraten zu lassen und ihre eigene industrielle QC-Forschungsprojekte voranzutreiben.

Kontakt

Dr. Valeria Bartsch
Projektleiterin »EniQmA«
Telefon +49 631 31600-4741
valeria.bartsch@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/eniqma