

Quantentechnologie: Wir bilden Nachwuchs aus

Die Quanten-Initiative Rheinland-Pfalz (QUIP) stellt den wissenschaftlichen Nachwuchs in den Fokus: Junge Forschende erhalten die Möglichkeit, sich am Fraunhofer ITWM oder bei unseren Projektpartnern in Rheinland-Pfalz in die Themen Quantencomputing (QC) oder Quantentechnologien (QT) einzuarbeiten. Das rheinland-pfälzische Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit (MWG) fördert das Projekt.

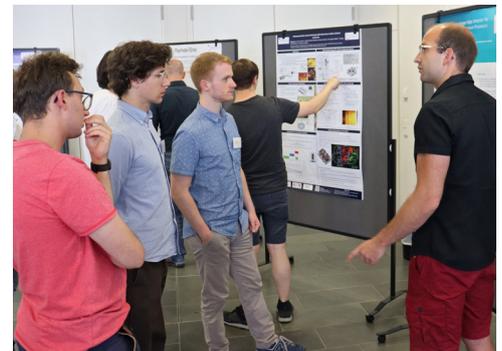
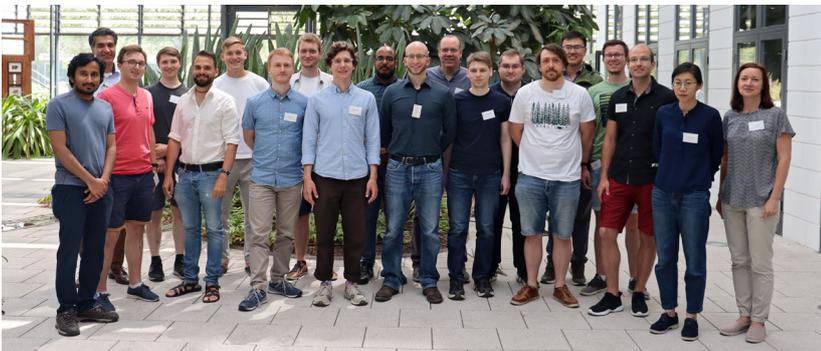
Quantennachwuchs erhält bei »QUIP« ein detailliert abgestimmtes, breites Forschungsprogramm zur Aus- und Weiterbildung sowie zur Vernetzung. »Es ist wirklich klasse, dass das Land uns da so unterstützt, sowohl in der Finanzierung als auch bei der Vernetzung«, betont Institutsleiterin Prof. Dr. Anita Schöbel. Quantentechnologien und die QC-Forschung sind in Rheinland-Pfalz stark aufgestellt, sowohl in Projekten der Universitäten und Institutionen als auch in Unternehmen.

Expertinnen und Experten aus- und weiterzubilden, sie nach Rheinland-Pfalz zu bringen und gezielt zu vernetzen – das leistet QUIP bereits mit Erfolg. Erste »Summer Schools« und »Winter Schools« haben stattgefunden. »Die Kompetenzen sind noch rar gesät, es gibt wenig Angebote, aber eine hohe Nachfrage nach erfahrenen Forschenden«, sagt Quantenforschungskordinator Dr. Pascal Halffmann.

»Es ist wichtig, dass wir unser eigenes Programm etabliert haben. Für die Winter School im Februar konnten wir Vortragende von den großen Quantencomputing-Playern für uns gewinnen. Aus dieser Veranstaltung sind Praktika entstanden, mit Leuten aus den USA, aber auch aus Europa, die wir nur dadurch nach Rheinland-Pfalz bekommen haben.«

Strukturiertes Qualifizierungskonzept im Quanten-Graduiertenzentrum

Das Quanten-Graduiertenzentrum (QGC) ist ein weiteres zentrales Element von QUIP. Alle Promovierenden mit Themen aus dem Bereich »Quantencomputing und Quantentechnologien« können sich für das QGC bewerben und so von einem breiten Angebot an wissenschaftlichen Programmen und individuellen Fortbildungen zu profitieren.



Dr. Alexander Geng, Bildverarbeitung

In meiner Doktorarbeit habe ich das Potenzial von Quantencomputern im Bereich der Bildverarbeitung untersucht. Der Fokus lag dabei nicht nur auf den theoretischen Vorteilen, sondern insbesondere auf dem praktischen Nutzen und den Grenzen von Quantencomputern in der aktuellen NISQ-Ära, in der die Hardware noch vergleichsweise große Fehler aufweist. Neben dem Laden eines Bildes auf einen Quantencomputer und der Verbesserung des Algorithmus, habe ich einen robusten Algorithmus zur Erkennung von Objektkanten entwickelt, nachdem ich die Grenzen der aktuellen Quantencomputer erkannt hatte. Schließlich habe ich die Themen Quantencomputing und Maschinelles Lernen kombiniert, um einen hybriden Algorithmus zur Lösung eines Klassifikationsproblems im industriellen Umfeld zu entwickeln.



Tom Ewen, Finanzmathematik

Seit der Einführung der Solvency II Richtlinie 2016 durch die EU müssen Versicherer in Europa ihre Solvenzkapitalanforderungen berechnen. Die dazu benötigten Monte-Carlo Simulationen sind – auch wenn hoch parallelisierbar – besonders zeitaufwändig, sodass sie in der Regel nur einmal pro Jahr durchgeführt werden (können).

In meiner Promotion untersuche ich, wie Methoden aus dem Quantencomputing, wie zum Beispiel Quanten Machine Learning oder die Quanten Fourier Transformation, dazu beitragen können diese Berechnungen zu beschleunigen. Insbesondere betrachte ich das Problem der Bepreisung von Optionen als wichtigen Baustein in der Berechnung der Solvenzkapitalanforderung.



Thomas Cheng, High Performance Computing

Meine Arbeit befasst sich mit verschiedenen Aspekten moderner Quantenalgorithmen, um die Leistung bei der Simulation fermionischer Systeme, z. B. der Quantenchemie, zu verbessern. Ein besonders relevantes Problem ist die Kodierung in den Qubit-Raum. Der Standard ist hier die Jordan-Wigner-Transformation, die M Qubits für M fermionische Zustände erfordert, diese kann jedoch auf $N \log M$ Qubits für ein N -Elektronensystem reduziert werden. Unter Verwendung von Techniken aus der Fehlerkorrektur haben wir eine klassische skalierbare Quantendatenkomprimierungsmethode mit optimaler Qubit-Anzahl und Messkosten entwickelt. Dieses Schema kann in polynomieller Zeit kodiert und dekodiert werden und reduziert die Anzahl der erforderlichen Qubits sowie das Rauschen. Dieses Schema kann verallgemeinert werden, um die Quantenfehlerkorrektur und theoretische Grenzen für Quanteninformation in physikalischen Systemen zu behandeln.

