

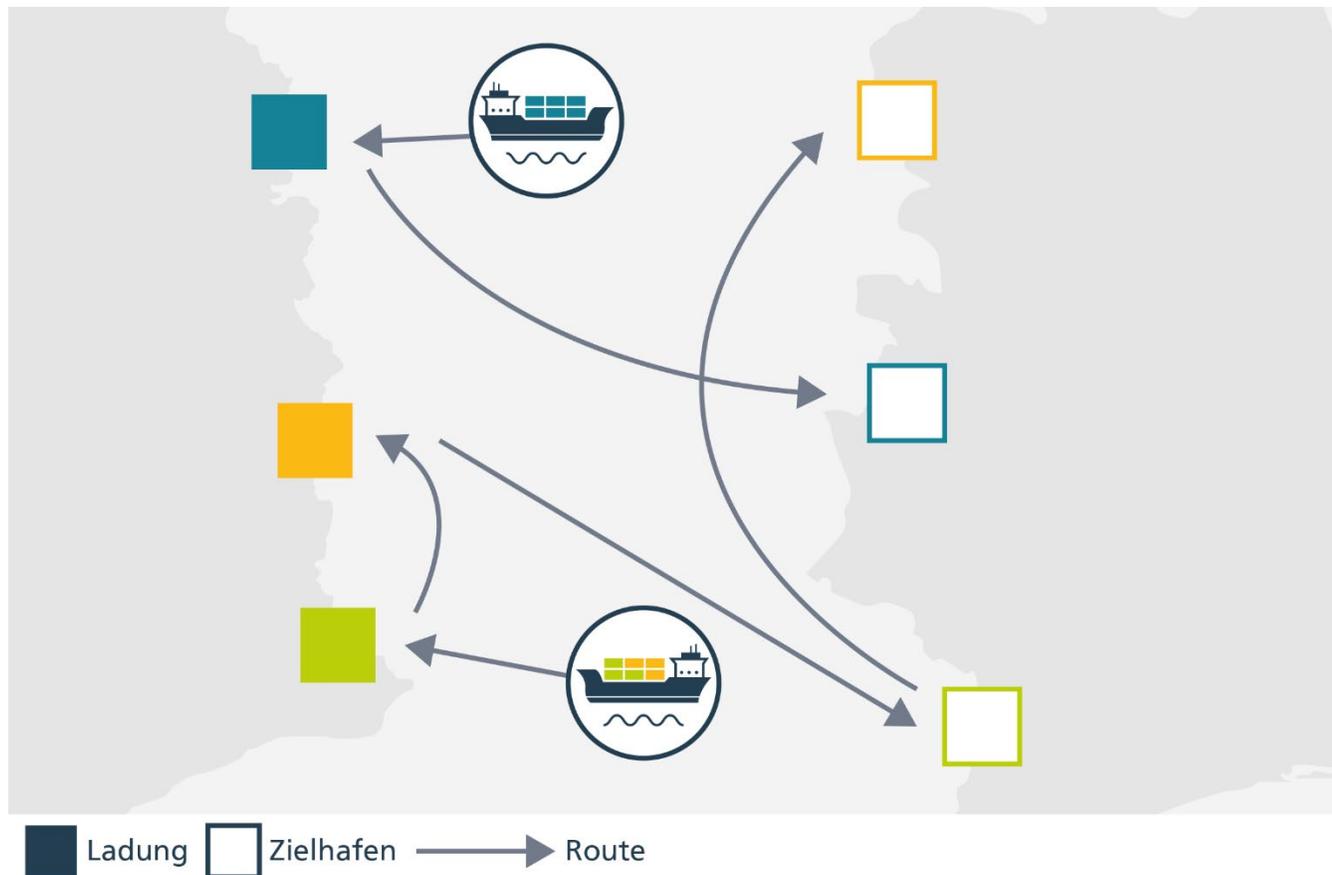
Technologiesprung Quantencomputing – Aktueller Stand, Herausforderungen und Potentiale für die maritime Wirtschaft

M.Sc. Sebastian Rubbert

Mathematische Optimierung in der maritimen Logistik



Skalierungsbeispiel: Flottenweite Routenplanung



Anzahl Häfen: n

Möglichkeiten:

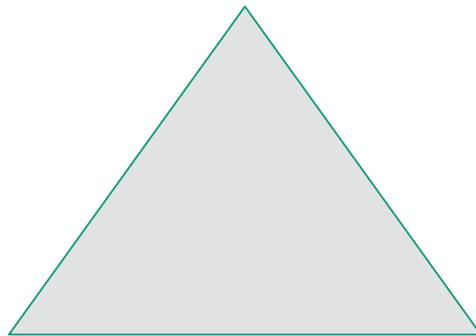
$$M > n! = 1 * 2 * 3 * \dots * n$$

60 Häfen → mehr Möglichkeiten
als Teilchen im
Universum

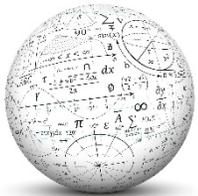
Was ist an Kombinatorik schwer?



Ergebnisqualität



Komplexität



Rechenaufwand



- Schlechte Skalierung mit der Problemgröße
- Zu hoher Bedarf an klassischen Rechenressourcen
- Nicht in vertretbarer Zeit lösbar

Heuristiken:

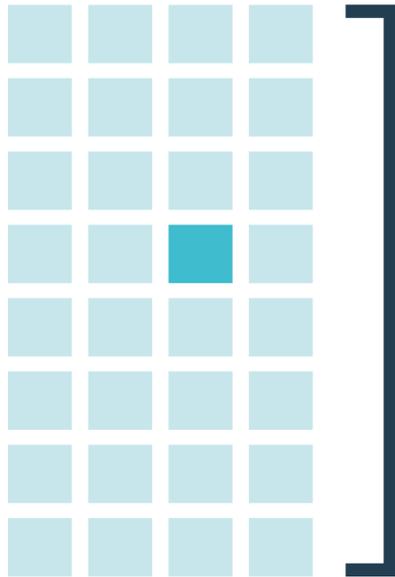
- Problemspezifisch
- Näherungen
- Weniger Rechenaufwand

Skalierungsvorteil

Unstructured Search

Classical Computers

Brute Force Search

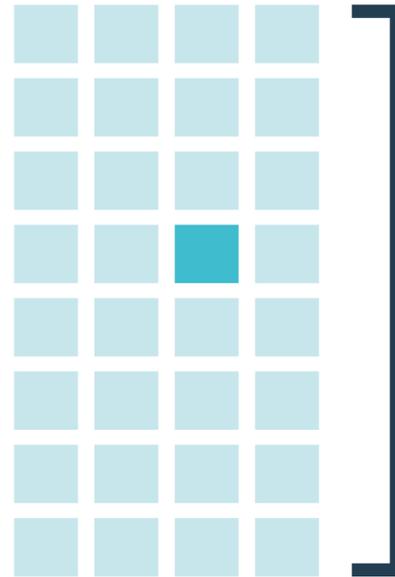


1 million
steps

1 million possibilities

Quantum Computers

Grover's Algorithm

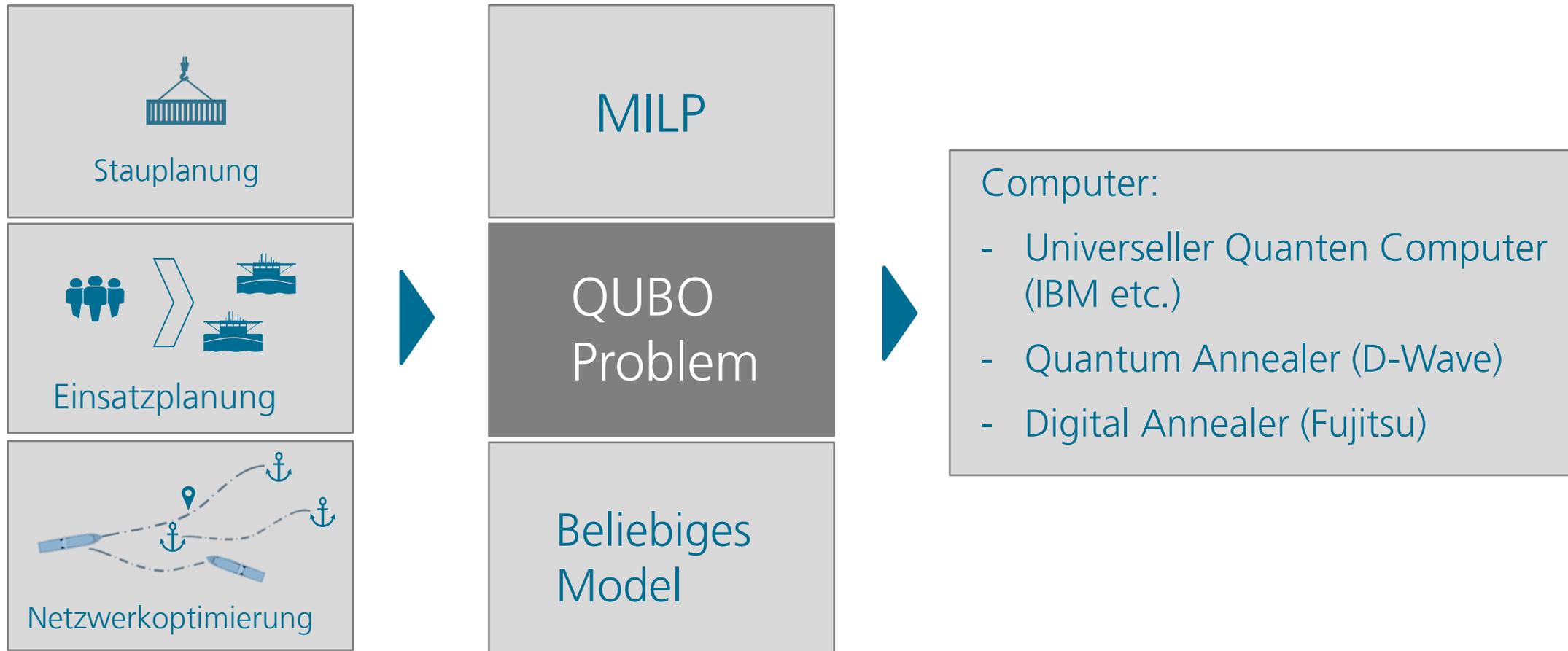


1 thousand
steps

1 million possibilities

Was tun mit einem Quantencomputer?

Quadratic Unconstrained Binary Optimization (QUBO)

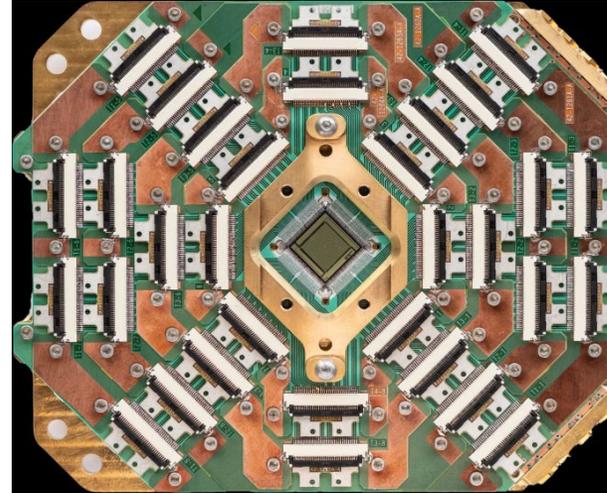


Rechenplattformen

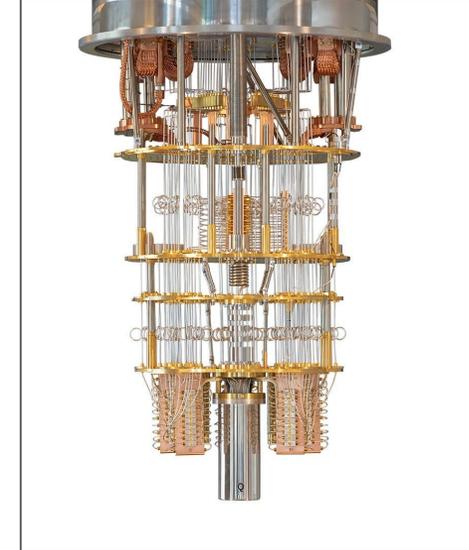
Digital Annealer



Quantum Annealer



Universeller Quantencomputer



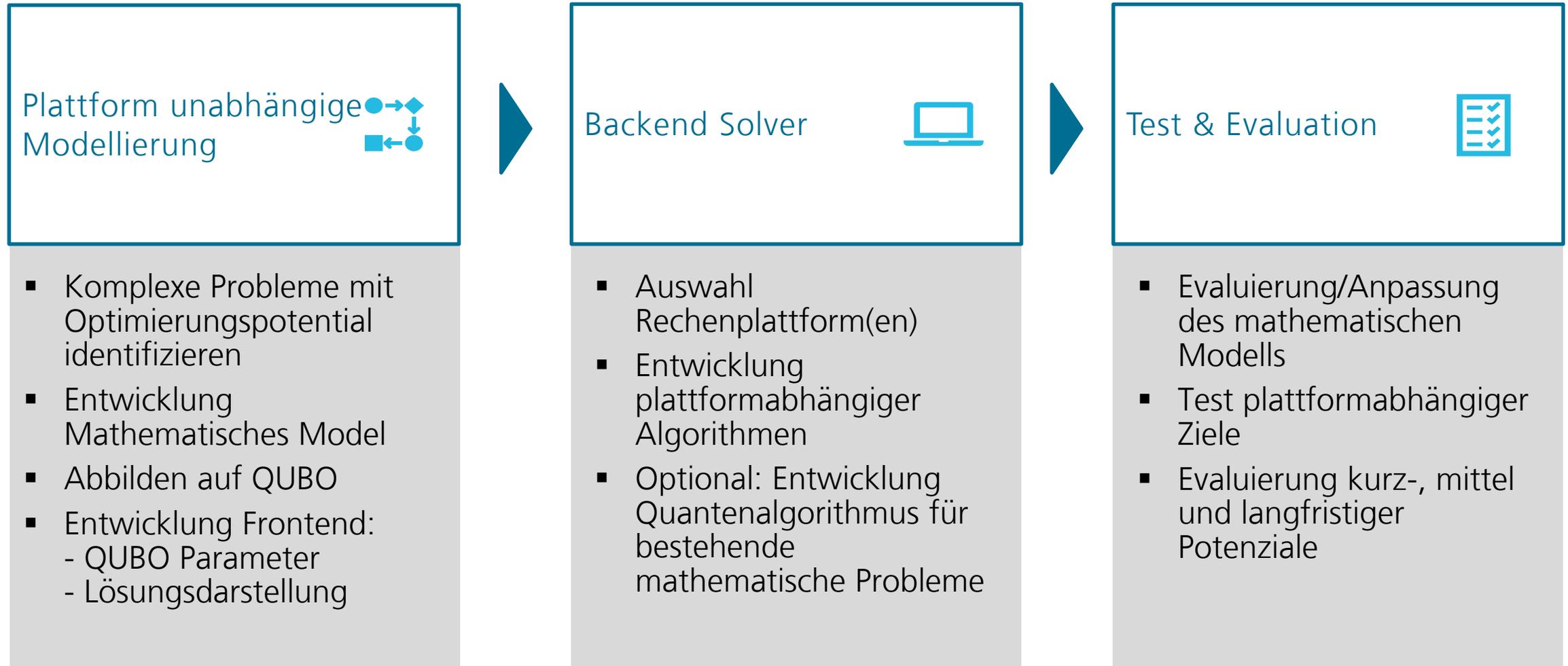
Technische Reife

Potenzial

Images: [Fujitsu's CMOS Digital Annealer Produces Quantum Computer Speeds – Thomas J. Ackermann \(bqp4.com\)](#)
[D-Wave Systems Releases 5000+ Qubit Quantum Annealer | NextBigFuture.com](#)

© Fraunhofer · Slide 7

Roadmap für Quantencomputing



Zusammenfassung

Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing

- Mitglied
- Gast

Fraunhofer CML

Optimierung für Logistik und Schifffahrt

Fraunhofer FOKUS

Plattform, Zertifizierung, Sicherheit

Fraunhofer IIS-EAS, IAIS-EST, IOSB-AST, IWU

Optimierung, Simulation

Fraunhofer IMS

Halbleiterelektronik und Sensoren

Fraunhofer ILT

Entwicklung und Optimierung von Hardware
Photonische (Komponenten und) Systemtechnik

Fraunhofer SCAI, IAIS

Machine Learning auf Quantencomputern, Quantum KI

Fraunhofer IGD, SIT

Algorithmen, heterogenes Rechnen

Fraunhofer ITWM

Quanten-HPC, Algorithmen

Fraunhofer IIS

Elektronik zur Messung und Steuerung, Optimierung

Fraunhofer IAO

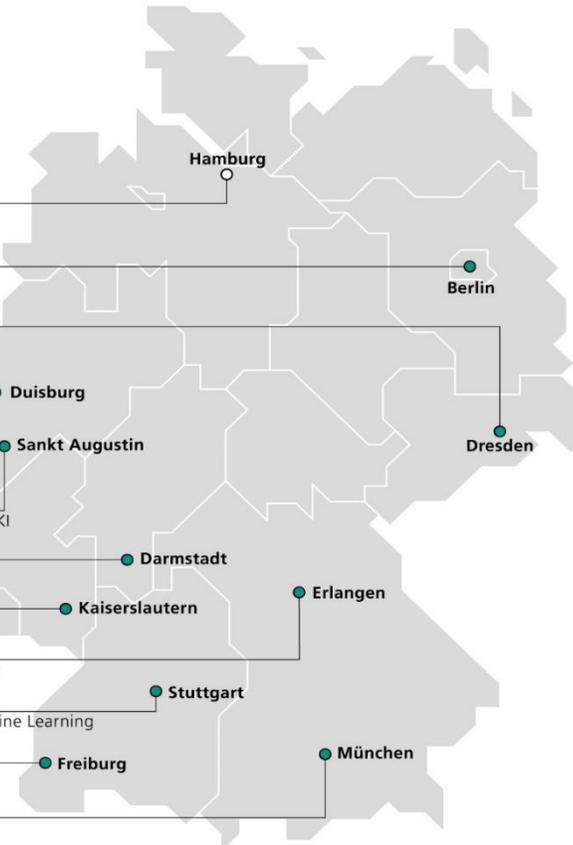
Software-Engineering, Hybride Anwendungen, Machine Learning

Fraunhofer IAF

Quantenhardware, Hybride Rechensysteme

Fraunhofer AISEC, IKS

Sicherheit, Robustheit, Optimierung



- Quantumcomputing hat großes Potenzial in der Optimierung
- Entwicklung realistischer Anwendungen
- Entwicklung von Quantenalgorithmen an verkleinerten Problemen
- Ansatz mit mehreren Plattformen bietet kurz-, mittel- und langfristiges Potenzial
- Minimale Abhängigkeit von technischer Entwicklung
- Vorbereitung auf stärkere Quantenrechner
- Aufbau von Know-how



CONTACT

Sebastian Rubbert
Fraunhofer CML, Hamburg
+49 (0) 40 42878-4460
sebastian.rubbert@cml.fraunhofer.de

Anisa Rizvanolli
Fraunhofer CML, Hamburg
+49 (0) 40 42878-4460
anisa.rizvanolli@cml.fraunhofer.de



<https://www.scedas.com/>

<https://www.cml.fraunhofer.de/>