

Executive summary: Quantencomputing weltweit, in Baden-Württemberg, in Karlsruhe, an der HKA

Steigende wirtschaftliche Bedeutung der Quantentechnologien

Die Quantentechnologien entwickeln sich rasant von einer reinen Forschungsdisziplin hin zu einer Schlüsseltechnologie mit enormem wirtschaftlichen Potenzial. Gemäß dem Quantum Technology Monitor 2025 von McKinsey wird der globale Markt für Quantentechnologien mit den Bereichen Quantencomputing, -kommunikation und -sensorik bis 2035 ein Volumen von 97 Milliarden US-Dollar erreichen. Anwendungsgebiete reichen von Pharma und Gesundheit über Materialwissenschaften bis hin zu Künstlicher Intelligenz, wo riesige Datenmengen mit minimalem Energiebedarf verarbeitet werden können. Auch in der Luft- und Raumfahrt eröffnen sich neue Möglichkeiten. Durch die technologische Vorreiterrolle deutscher Unternehmen kann die Ausbildung spezialisierter Fachkräfte einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil für Deutschland und Baden-Württemberg sichern.

Technischer Durchbruch des Quantencomputing findet aktuell statt

Das Jahr 2025 markiert einen Wendepunkt: Die Technologie entwickelt sich von der Forschung hin zu konkreten Anwendungen. Erste Quantencomputer sind verfügbar und können bereits zu Preisen unter 1 Million Euro erworben werden. Bis zum Jahr 2030 wird eine deutliche Verbreiterung in industriellen Anwendungen erwartet. Quantencomputer ermöglichen neue Paradigmen der Datenverarbeitung mit inhärent höherer Rechenleistung und zugleich deutlich geringerem Energiebedarf. Dies macht die Technologie auch aus ökologischer und nachhaltiger Sicht attraktiv. Mit dem zunehmenden Übergang von der Grundlagenforschung zur praktischen Anwendung steigt der Bedarf an Fachkräften, die sowohl die Theorie verstehen als auch Anwendungen entwickeln können.

Quantencomputing in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg verfolgt mit der Landesstrategie QuantumBW ambitionierte Ziele zur Förderung von Quantentechnologien. Das Land positioniert sich als „THE LÄND of Quantum Technology“ und setzt auf starke Netzwerke zwischen Wissenschaft, Industrie und Start-Ups. Ein zentrales Handlungsfeld ist die Ausbildung und Bindung von Fachkräften. QuantumBW zielt auch darauf ab, ein landesweit einheitliches und exzellentes Ausbildungsnetzwerk aufzubauen und junge Talente zu gewinnen. Mit landeseigenen Investitionen wie der Förderinitiative des Wirtschaftsministeriums (Juni 2025, Phase zwei, 8,5 Mio. Euro) zeigt Baden-Württemberg die Bedeutung dieses Innovationsfelds.

Quantencomputing in Karlsruhe

Gemäß einer Studie des European Centre for International Political Economy (ECIPE) aus 2025 ist Karlsruhe auf Platz 7 der Top-Quanten-Zentren weltweit, auf Platz 2 EU-weit und mit Abstand auf Platz 1 deutschlandweit (nächstplatziert: München auf Rang 22 weltweit). Siehe dazu auch:

<https://www.karlsruhe.de/stadt-rathaus/aktuelles/meldungen/quantentechnologien-karlsruhe-bundesweit-fuehrend>

Akteure im Bereich Quantencomputing sind bisher in Karlsruhe das KIT, welches im Bereich der physikalischen Grundlagen, der Quantentechnologien, Quantenmaterialien und der sicheren Kommunikation forscht, sowie die Firmen HQS Quantum Simulations GmbH und Kipu Quantum GmbH, die beide Algorithmen für unterschiedliche Anwendungsfälle auf Quantencomputern entwickeln.

Die Hochschule Karlsruhe leistet entsprechend ihrer Mission der praxisorientierten Lehre und der anwendungsnahen Forschung einen Beitrag zur Stärkung des Karlsruher Quanten-Ökosystems u.a. mit der Einführung des neuen Studiengangs Quantencomputing.

Quantencomputing an der Hochschule Karlsruhe

Mit Beginn im kommenden Wintersemester 2026/27 führt die Hochschule Karlsruhe den **ersten Bachelorstudiengang Quantencomputing im gesamten deutschsprachigen Raum** ein, welcher anwendungsnah „Quanteningenieur“ ausbildet. Ziel des Studiengangs ist es, Fachkräfte für den Betrieb, die Weiterentwicklung und die Programmierung von Quantencomputern bereitzustellen („Quanten-DevOps“), um es der Industrie zu ermöglichen, Quantencomputer für ihre Anwendungen im Unternehmen einzuführen und zu nutzen. Damit wird der Wechsel von der klassischen IT zur Quanten-IT eingeleitet, mit Vorteilen sowohl durch die gesteigerte Rechenleistung als auch durch den auf einen Bruchteil reduzierten Energiebedarf. Die HKA bedient damit als erste Institution im deutschsprachigen Raum einen dringenden, noch nicht gedeckten Bedarf und ergänzt hervorragend die bestehenden Kompetenzen im Bereich Quantencomputing in Karlsruhe.

Der Studiengang wird in der Kooperation der Fakultäten Elektro- und Informationstechnik sowie Informatik und Wirtschaftsinformatik implementiert und folgt dem Grundsatz „Kennen und Können“, indem theoretische Inhalte in Laboren und Praktika begreifbar gemacht werden. Diese sind in fünf in ihrer Komplexität steigenden Abstraktionsebenen aufgebaut:

1. Manipulieren und Messen von Quantenzuständen,
2. Technische Umsetzung von Quantenoperationen,
3. Anwendungsprogrammierung/Simulation mit der Programmiersprache Qiskit,
4. Anwendungsprogrammierung auf einem Quantencomputer an der HKA,
5. Implementierung komplexer Lösungen auf einem Quantensystem in der Cloud.

Zur Umsetzung von Ebene 4 wird die HKA einen eigenen Quantencomputer beschaffen, betreiben und in Lehre, Forschung und Transfer nutzbar machen. Unter dem Motto „1.000 Quantenpioniere gesucht“ startet die HKA dazu eine Crowd-Funding-Kampagne, deren Auftakt am 20. März 2026 im ZKM stattfindet und den Weg „von der Zuse zum Quantencomputer“ aufzeigt. Hintergrund ist, dass der erste Digitalrechner in Karlsruhe, eine Zuse Z22, von der Vorläuferinstitution der HKA betrieben wurde, nun unter Denkmalschutz steht und im ZKM ausgestellt ist.

Die HKA ist im Bereich Quanten sehr gut vernetzt: Sie wurde als erste Hochschule für Angewandte Wissenschaften Mitglied im Netzwerk QuantumBW, sie kooperiert mit Universitäten, den relevanten Fraunhofer-Instituten, mit Herstellern von Quantencomputern (u.a. die deutschen Firmen XeedQ und SaxonQ) und Anwendern.

Varia: Karlsruhe als Wiege der Informationstechnik

- 1961: Zuse Z22 – erster Digitalrechner in Karlsruhe am damaligen Staatstechnikum Karlsruhe (Vorläufer der HKA)
- 1960er – Erfindung der „Lernmatrix“, Vorläufer der neuronalen Netze und der KI durch Karl Steinbuch an der Universität Karlsruhe
- 1970 – erste Informatikfakultät Deutschlands an der Universität Karlsruhe
- 1971 – erster Informatikstudiengang einer Fachhochschule in Deutschland an der Fachhochschule Karlsruhe
- 1984 – erste E-Mail Deutschlands in Karlsruhe
- 2026 – erster Bachelorstudiengang Quantencomputing im deutschsprachigen Raum an der Hochschule Karlsruhe
- 2026 – erster Quantencomputer in Karlsruhe an der HKA?