

QUANTENCOMPUTING ALS STRATEGISCHE TECHNOLOGIE FÜR HESSEN

EMPFEHLUNGEN UND IMPULSE AUS DEM HESSISCHEN
STAKEHOLDERDIALOG QUANTENCOMPUTING 2026



IMPRESSUM

Autorinnen und Autoren

Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Guido Zinke (Projektleitung)

Dr. Bettina Kühne

Dr. Matthias Bürger

Herausgeber

Hessisches Ministerium für Digitalisierung und Innovation

Taunusstraße 3

65183 Wiesbaden

www.digitales.hessen.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

© Hessisches Ministerium für Digitalisierung und Innovation

Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

Verantwortlich im Sinne des Presserechts

Susanne Krings

Projektträger und Auftraggeber der Studie

Hessen Trade & Invest GmbH

im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Digitalisierung und Innovation

Kontaktdaten

Hessen Trade & Invest GmbH

Mainzer Straße 118

65189 Wiesbaden

Tel.: +49 611 95017-85

info@htai.de

www.htai.de

Gestaltung

Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweis: Titelbild, Unsplash, Planet Volumes

Stand

August 2026

Ausschluss Wahlwerbung

Dieses PDF wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Es darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen und Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf dieses PDF nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl dieses PDF dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, dieses PDF zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

INHALT

Inhalt	3
Abkürzungen	4
Executive Summary	5
1. Hessischer Stakeholderdialog Quantencomputing 2026	6
2. Ausgangslage	7
2.1. Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken	7
2.2. Zentrale Anwendungsfelder und Voraussetzungen	8
3. Handlungsprioritäten, Maßnahmen und Zukunftsbild	8
3.1. Mögliche Handlungsprioritäten	8
3.2. Mögliche Maßnahmen	9
3.3. Mögliches Zukunftsbild	14
Anhang: Maßnahmenkatalog	15

ABKÜRZUNGEN

ATHENE	Nationales Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit
bzw.	beziehungsweise
EU	Europäische Union
FuE	Forschung und Entwicklung
GU	Goethe-Universität (Frankfurt am Main)
HMD	Hessisches Ministerium für Digitalisierung und Innovation
HPC	High Performance Computing
HTAI	Hessen Trade & Invest GmbH
it	Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik
IT	Informationstechnik
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
PPP	Public Private Partnership (öffentlich-private Kooperation)
PQC	Post Quantum Cryptography/ Post-Quanten-Kryptographie
QaaS	Quantum-as-a-Service
Q and AI	Anwendungszentrum für KI und Quantencomputing Am Bertramshof (Frankfurt a. M.)
QC	Quantencomputing
QKD	Quantum Key Distribution / Quantenschlüsselverteilung
TTO	Technologietransfer-Office / Technologietransfer-Stelle
TU	Technische Universität
ZAQC	Zentrum für Angewandtes Quantencomputing (Fraunhofer IGD, Darmstadt)
z. B.	zum Beispiel

EXECUTIVE SUMMARY

Dieses Impulspapier stellt die Empfehlungen und Impulse aus dem Hessischen Stakeholderdialog Quantencomputing 2026 (Juni bis August 2026) zur Weiterentwicklung des Hessischen Quantencomputing-Ökosystems und der Positionierung von Quantencomputing als strategische Technologie für Hessen zusammen.

1. Gute bis sehr gute Rahmen- und Ökosystembedingungen

Die hessische Forschungsbasis im Quantencomputing (QC) ist sehr gut aufgestellt. Daneben besitzt Hessen relevante infrastrukturelle Vorteile dank der hohen Dichte an Rechenzentren vor Ort. Dadurch ist das Land einer der wichtigsten Standorte für Rechenzentren in Europa und verfügt über sehr gute Voraussetzungen für QC-Entwicklung und -Anwendung. Ebenso existieren wenige, aber leistungsfähige Entwicklungsunternehmen (insbesondere Startups), die QC-Lösungen für industrielle Anwendungen entwickeln. Dazu ist in den vergangenen Jahren ein umfangreiches, aber noch fragmentiertes Ökosystem entstanden. Hier ist eine stärkere Vernetzung und Koordination der vorhandenen Akteure sowohl innerhalb als auch mit Akteuren außerhalb Hessens eine zentrale Entwicklungsaufgabe.

2. Anwendungspotenziale im Finanzsektor, in Chemie & Pharma und Mobilität & Logistik

Mit einer hohen Unternehmensdichte im Finanzsektor (Finanzplatz Frankfurt) besteht ein sehr potenzialträchtiger und kurzfristig erschließbarer QC-Anwendungsbereich für Hessen. Mittel- und langfristig erschließbare Potenziale für Hessen bieten die Sektoren Chemie & Pharma und Mobilität & Logistik. Insgesamt ist die Anwendungsreife in den Unternehmen noch gering, jedoch ist dies eine allgemeine, keine spezifisch hessische Herausforderung. Typischerweise ist die Anwendungsreife von Unternehmen umso geringer, je kleiner das Unternehmen ist.

3. Handlungsprioritäten

Der Stakeholderdialog zeigt übergreifend sechs Handlungsprioritäten mit jeweils spezifischen Maßnahmen für den QC-Standort Hessen auf:

- (1) Zugang zu Rechenkapazitäten und Infrastruktur sichern, insbesondere für Unternehmen.
- (2) Fachkräftebasis ausbauen und sichern sowie Aus- und Weiterbildung stärken.
- (3) Zentrale, kompetente und verlässliche Anlaufstelle im Ökosystem etablieren und die Vernetzung der Akteure stärken.
- (4) Anwendungspotenziale sichtbar machen und Pilotierungsmöglichkeiten ausbauen.
- (5) Innovations-, Transfer- und Startup-Ökosystem stärken.
- (6) Sicherheit und digitale Souveränität ausbauen.

4. Mögliches Zukunftsbild

Der strategische Fokus sollte auf softwarebasierten Industrieanwendungen in den Fokussektoren liegen (Finanzsektor, Chemie & Pharma, Mobilität & Logistik) sowie auf der Recheninfrastruktur. Ein Handlungsschwerpunkt ist die Verbesserung der Transferstrukturen, um Forschungs- und Entwicklungsergebnisse effektiver in Anwendungen zu überführen.

Nötig ist ein stärkerer Technology Pull. Er entsteht durch breiten Aufbau von Anwendungskompetenz (Erklärbarkeit, Nachvollziehbarkeit, Mehrwertverständnis). Daraus folgen Anwendungsreife (Absorptionskapazität) und Anwendungskapazität (Zugang zu Recheninfrastruktur) in den Anwenderunternehmen. Transferakteure agieren hierzu vorlaufend und unterstützend, während sie gleichzeitig einen durchgängigen Transfer von Forschungsergebnissen in die konkrete industrielle Anwendung organisieren. Entscheidend ist, Use Cases bzw. Lösungen in konkrete Business Cases zu überführen, inklusive Rückkopplungsmöglichkeiten zur Adaption der Lösungen zwischen Entwicklern und Anwendern.

1. HESSISCHER STAKEHOLDERDIALOG QUANTENCOMPUTING 2026

Dieses Impulspapier stellt die Empfehlungen und Impulse aus dem Hessischen Stakeholderdialog Quantencomputing 2026 mit Blick auf die Weiterentwicklung des hessischen Quantencomputing-Ökosystems und die Positionierung von QC als strategische Technologie für Hessen zusammen.

Der Hessische Stakeholderdialog Quantencomputing 2026 wurde durch das Hessische Ministerium für Digitalisierung und Innovation (HMD) mit Unterstützung durch die Hessen Trade & Invest GmbH (HTAI) und das Institut für Innovation und Technik (iit) zwischen Juni und August 2026 mit folgenden Elementen umgesetzt:

Der **Hessische Stakeholderdialog Quantencomputing 2026 mit Forum und Workshops** am **8. Juni 2026** in Frankfurt am Main war das zentrale Element. Die teilnehmenden Stakeholder aus Unternehmen, Startups, Wissenschaft, Ministerien und Intermediären aus Hessen sowie aus anderen Bundesländern diskutierten zum Status quo Hessens im Technologiefeld QC.

Zentral war zudem die Ableitung von Handlungsprioritäten und -empfehlungen in den vier Branchenworkshops (Finanzsektor, Chemie & Pharma, Mobilität & Logistik sowie Rechenzentren) zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für QC als strategische Technologie für Hessen.

In den vier Branchenworkshops wurden durch die Stakeholder jeweils konkrete Anwendungsmöglichkeiten und -felder, die Mehrwerte des Einsatzes von QC sowie spezifische Voraussetzungen abgeleitet. Zudem wurden mögliche Effekte und damit verbundene Chancen und Risiken im QC-Einsatz je Branche identifiziert und beschrieben. Darüber hinaus wurden konkrete FuE-, (Rechen-) Infrastruktur-, Ökosystem-, Kooperations- sowie weitere Bedarfe durch die Stakeholder je Branche erörtert. Je Workshop wurden abschließend spezifische Maßnahmen entwickelt und priorisiert.

Auf diesen Ergebnissen baute der **Workshop der „Hessischen Institutionen der Digitalisierung“ im QC-Ökosystem** am **24. Juni 2026**, ebenfalls in Frankfurt am Main, auf. Hier ordneten Vertreterinnen und Vertreter der hessischen Institutionen der Digitalisierung die Stakeholderempfehlungen ein und leiteten querschnittliche Maßnahmen in den Handlungsbereichen Infrastruktur und Rechenkapazitäten, Talente und Kompetenzen, FuE-Förderung und Startup-Finanzierung sowie Governance, Koordination und Ökosystemmanagement ab.

Die Ergebnisse beider Veranstaltungen sind in diesem **Impulspapier** aufbereitet: Ausgehend von der Ausgangslage mit den Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des Standorts Hessens im Bereich des QC (siehe Kapitel 2) werden die durch die Stakeholder sowie die Vertreterinnen und Vertreter der Institutionen der Digitalisierung im hessischen QC-Ökosystem vorgeschlagenen Handlungsprioritäten, Maßnahmen und ein sich daraus ergebendes mögliches Zukunftsbild vorgestellt (siehe Kapitel 3).

Im Rahmen des **Hessischen Stakeholderdialogs Quantencomputing 2026 mit Impulsen und Ausblick** am **24. August 2026** wurde das Impulspapier den relevanten Stakeholdern aus und außerhalb Hessens vorgestellt und gemeinsam mit der Hessischen Ministerin für Digitalisierung und Innovation, Prof. Dr. Kristina Sinemus, sowie Vertreterinnen und Vertretern aus hessischen Unternehmen, der Wissenschaft und dem hessischen QC-Ökosystem diskutiert.

2. AUSGANGSLAGE

Quantencomputing (QC) befindet sich an einem technologischen Wendepunkt. Die Technologie hat den Laborstatus in weiten Teilen überwunden. Erste kommerzielle Anwendungen (z.B. Finanzmodellierung, Logistikoptimierung und Materialentwicklung) werden erprobt. Wesentliche Durchbrüche sind nach Einschätzung der Stakeholder aufgrund massiver Investitionen großer Hardware-Hersteller bis 2029/2030 zu erwarten. Für die Ökosystemakteure und die öffentliche Hand in Hessen öffnet sich damit heute ein Entscheidungsfenster: Infrastruktur, Kompetenzen und Ökosystemstrukturen mittelfristig aufbauen, um die technologiespezifischen Optionen für Hessen zeitgerecht zu erschließen.

Zentrale Anwendungssektoren für QC in Hessen sind der Finanzsektor sowie die Sektoren Chemie & Pharma und Mobilität & Logistik. Mit Blick auf die übergreifend bestehenden Bedarfe an Rechenkapazitäten sind die Rechenzentren bzw. Anbieter von QC-Rechenkapazität – öffentlich wie privat – zentrale Infrastrukturträger für die Ausschöpfung der QC-Potenziale am Standort Hessen.

2.1. STÄRKEN, SCHWÄCHEN, CHANCEN UND RISIKEN

Hessen verfügt im Bereich des QC über substanzielle Standortstärken, steht aber auch vor Herausforderungen, die gezielte Interventionen erfordern. Die SWOT-Analyse zeigt, dass sich aus den vorhandenen Stärken und Chancen eine strategische Positionierung als anwendungsorientierter QC-Standort ableiten lässt, während Schwächen und Risiken den Rahmen für die Handlungsprioritäten (siehe Kapitel 3) ergeben.

Stärken

- Exzellente Forschungskapazitäten mit sehr gut aufgestellten Universitäten, Hochschulen sowie außeruniversitärer Forschung.
- Industrie mit großem Anwendungspotenzial (insbesondere im Finanzsektor, in Chemie & Pharma sowie Mobilität & Logistik).
- Etabliertes und wachsendes Ökosystem für QC (zuletzt entstand das Q and AI am Bertramshof, Frankfurt am Main).
- Hochgradige volkswirtschaftliche Verflechtung mit hoher Industriedichte.

Chancen

- Spezialisierung als „QC-Anwendungsplattform“ im In- und Ausland bietet große Positionschance.
- Ausschöpfung schlüsselindustrieller (Finanzsektor, Chemie & Pharma sowie Mobilität & Logistik) und infrastruktureller (Recheninfrastruktur) Stärken bzw. Standortvorteile.
- Integration der Ökosystemstrukturen in einem durchgängigen, schlagkräftigen System.
- Mehr (inter-)nationale Kooperationen (Kapazitäten, Köpfe, Kollaboration).

Schwächen

- Ausbaufähige Absorptionskapazität in Unternehmen, insbesondere in KMU, und steigerungsfähige Gründungsintensität (Startups).
- Fragmentiertes Ökosystem mit verbesserungsfähiger Zusammenarbeit zwischen Akteuren.
- Nicht durchgängige Förder- und Finanzierungsstruktur, insb. zur Startup-Finanzierung.
- Ausbaufähige („stärkenadäquate“) Sichtbarkeit, Positionierung und Außenwahrnehmung im In- und Ausland.

Risiken

- Schlüsseltechnologische Entwicklung des Standorts Hessen könnte hinter den Möglichkeiten zurückbleiben.
- Potenziell hohes Abwanderungsrisiko von Talenten, Startups und Unternehmen in stärkere Regionen.
- Standortwettbewerbsrisiko mit anderen Bundesländern.
- Generell hohes Technologierisiko („Technologiewette QC“).

2.2. ZENTRALE ANWENDUNGSFELDER UND VORAUSSETZUNGEN

Die größten Hebel für QC in Hessen lassen sich entlang der drei Anwendungsfelder Simulation, Optimierung und sichere Kommunikation identifizieren. Hier bieten sich Ansatzpunkte für anwendungsnahe Projekte in klar definierten Leitbranchen, die eine spezifische Adressierung vorhandener Potenziale erlauben.

Zugleich lassen sich diese Potenziale nur dann erschließen, wenn grundlegende Voraussetzungen strukturiert aufgebaut und langfristig gesichert werden. Dazu zählen insbesondere ein verlässlicher Zugang zu Quantenrechenkapazitäten, qualifiziertes Personal, ausreichend vorhandenes Investitionskapital sowie niedrighschwellige, industrienahen Infrastrukturen und wirtschaftlich belastbare Use Cases.

Die folgende Tabelle stellt die zentralen Anwendungsfelder und die dafür erforderlichen Voraussetzungen gegenüber:

Anwendungsfelder

- Simulation: molekulare Prozesse, chemische Reaktionen, Batteriezellen, Proteinfaltung, KI-Training.
- Optimierung: Portfolio-Optimierung, Risikomodell, Logistikketten, Gate-/Slot-Management, multimodale Transportketten.
- Sichere Kommunikation: Post-Quanten-Kryptographie (PQC) und Quantenschlüsselverteilung (QKD), abhörsichere Datenübertragung sowie Trusted Platforms.

Voraussetzungen

- Zugang zu Rechenkapazität an realen Quantencomputern.
- Qualifiziertes Personal (Fachkräfte, Studiengänge).
- Mehr Investitionskapital.
- Niedrighschwellige, für die Industrie zugängliche Infrastruktur.
- Verlässliche, wirtschaftlich verwertbare Use Cases.

3. HANDLUNGSPRIORITÄTEN, MASSNAHMEN UND ZUKUNFTSBILD

Aus den Ergebnissen der vier Branchenworkshops der Auftaktveranstaltung sowie des Workshops der Institutionen der Digitalisierung im hessischen QC-Ökosystem lassen sich sechs mögliche Handlungsprioritäten ableiten (siehe Kapitel 3.1), die sich mit jeweiligen Herausforderungen, Lösungsansätzen und Maßnahmenvorschlägen hinterlegen lassen (3.2). Im möglichen Zukunftsbild für den QC-Standort Hessen (3.3) werden die Handlungsprioritäten und Maßnahmen zusammengeführt.

3.1. MÖGLICHE HANDLUNGSPRIORITÄTEN

Aus den Inputs (und Maßnahmenvorschlägen, siehe Kapitel 3.2) der Expertinnen und Experten in den Branchenworkshops der Auftaktveranstaltung des hessischen Stakeholderdialogs Quantencomputing 2026 lassen sich sechs mögliche Handlungsprioritäten für die Etablierung von QC als strategische Technologie für Hessen ableiten:

- (1) **Zugang zu Rechenkapazitäten und Infrastruktur sichern, insbesondere für Industrieunternehmen:** Kurzfristig sollen vorhandene Rechenressourcen besser organisiert und zugänglich gemacht, mittelfristig zusätzliche Kapazitäten zugekauft und langfristig der Ausbau eigener Recheninfrastruktur vorangetrieben werden.
- (2) **Fachkräftebasis ausbauen und sichern sowie Aus- und Weiterbildung stärken:** Die Qualifizierung sollte entlang der gesamten Bildungskette von der technischen Ausbildung bis zu interdisziplinären Masterstudiengängen erfolgen, um insbesondere in Unternehmen die Fähigkeiten zur Technologiebewertung und -nutzung gezielt zu erhöhen.
- (3) **Zentrale, kompetente und verlässliche Anlaufstelle im Ökosystem etablieren und die Vernetzung der Akteure stärken:** Die Rahmenbedingungen für Wissens- und Technologietransfer, insbesondere Vernetzung, Beratung und Technologietransfer-Office-Strukturen (TTO), sollen systematisch verbessert und effizienter ausgestaltet werden.
- (4) **Anwendungspotenziale sichtbar machen und Pilotierungsmöglichkeiten ausbauen:** Vorhandenes Know-how aus Wissenschaft, Forschung und Entwicklungsunternehmen soll gezielt adressiert, sichtbar gemacht und für potenzielle Anwendungsunternehmen in Form konkreter Pilotprojekte nutzbar werden.
- (5) **Innovations-, Transfer- und Startup-Ökosystem stärken:** Pilotprojekte sollen umfassender finanziert, Gründungsförder- und Unterstützungsstrukturen gezielt weiterentwickelt und potenzielle Anwendungsunternehmen stärker und systematisch in Innovationsprozesse eingebunden werden.
- (6) **Sicherheit und digitale Souveränität ausbauen:** Kern ist die konsequente Integration von PQC (Post Quantum Cryptography/Post-Quanten-Kryptographie) und QKD (Quantum Key Distribution/Quantenschlüsselverteilung), der Aufbau und Einsatz von Trusted Platforms sowie die verstärkte Nutzung europäischer Technologieanbieter bei Beschaffung und Einsatz von Soft- und Hardware sowie Recheninfrastruktur.

3.2. MÖGLICHE MASSNAHMEN

Nachfolgend werden für jede Handlungspriorität die identifizierten Herausforderungen, mögliche Lösungsansätze sowie konkrete Maßnahmenvorschläge dargestellt. Grundlage hierfür sind die Ergebnisse der vier Branchenworkshops im Rahmen der Auftaktveranstaltung des hessischen Stakeholderdialogs Quantencomputing 2026.

Die dort von den Expertinnen und Experten erarbeiteten und priorisierten Vorschläge wurden branchenübergreifend konsolidiert und im Workshop mit den Institutionen der Digitalisierung im hessischen QC-Ökosystem validiert, konkretisiert und ergänzt.

Handlungspriorität 1: Zugang zu Rechenkapazitäten und Infrastruktur sichern

Herausforderung:

Die Stakeholder benennen einen eingeschränkten bzw. fehlenden Zugang zu Quantenrechenkapazitäten als zentrales Hemmnis für (Industrie-)Unternehmen in Hessen. Für Forschungseinrichtungen besteht ein etablierter Zugang zu Quantencomputern, insbesondere über öffentliche Forschungsrechenzentren, die somit wichtige Infrastrukturzugriffe ermöglichen. Daneben existieren Angebote privater Rechenzentren und kommerzieller Cloud-Anbieter, die Quantenressourcen bereitstellen.

Deren Nutzung erfolgt durch Unternehmen in Hessen bislang begrenzt. Für die hessische Industrie, insbesondere für KMU, bleibt der Zugang eingeschränkt, wobei ein einfacherer Zugang für Unternehmen zu Forschungsrechenkapazitäten, der den Forschungseinrichtungen zur Verfügung steht, Abhilfe schaffen könnte.

Lösungsansatz:

Unternehmen in Hessen können Quantenrechenkapazitäten niedrigschwellig, zu wettbewerbsfähigen Konditionen und in sicherer Infrastruktur nutzen. Zudem ermöglichen mehr Erprobungsmöglichkeiten bzw. -räume praxisnahe Tests unter realen Bedingungen.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Zugänge zu QC-Infrastruktur effizienter und niedrigschwelliger für hessische (Industrie-)Unternehmen ermöglichen und transparent kommunizieren
- Forschungsrechenkapazitäten bzw. -infrastruktur auch für industrielle Nutzung in Hessen öffnen
- Hybride Rechenzentrumsinfrastruktur (QC, High Performance Computing (HPC), Cloud) zu Quantum-as-a-Service (QaaS) weiterentwickeln bzw. konkrete Geschäftsmodelle seitens Rechenzentren dazu ausprägen
- Testumgebungen für sektorrelevante Pilotprojekte in Hessen aufbauen
- Gemeinsame Initiative des Landes Hessen in Kooperation mit Unternehmen und Gesellschaft starten
- Vorhandene Rechenkapazitäten in Hessen nutzen und zentrale Instanz zur Vergabe von Rechenkapazitäten (an Unternehmen) einrichten
- Investoren für Hessen gewinnen

Handlungspriorität 2: Fachkräftebasis ausbauen und sichern sowie Aus- und Weiterbildung stärken

Herausforderung:

Fachkräfteknappheit ist sektorübergreifend das am häufigsten erwartete Risiko. Es fehlen sowohl hochqualifizierte QC-Expertinnen und -Experten als auch anwendungsnahe Qualifikationen auf Ingenieurs- und Technikerebene in Hessen. Obwohl die akademische Ausbildung in Hessen bereits ein sehr hohes Qualifikationsniveau erreicht, fehlen spezifische QC-Masterstudiengänge mit interdisziplinärem, anwendungsbezogenem Fokus. Auch fehlen technisch-gewerbliche Berufsausbildungs- und Weiterbildungsangebote im Land.

Lösungsansatz:

Hessen verfügt über ein abgestuftes QC-Qualifizierungssystem: von der gewerblich-technischen Ausbildung bis zum interdisziplinären Masterstudiengang, ergänzt durch berufsbegleitende Weiterbildungsformate für Industriebeschäftigte.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Bestehende MINT-Studiengänge in Hessen mit QC-Inhalten anreichern
- Interdisziplinären QC-Masterstudiengang an hessischen Hochschulen entwickeln (Physik, Informatik und Ingenieurwesen)

- Gewerbliche und technische Ausbildungsformate mit QC-Bezug in Hessen pilotieren
- Public Private Partnerships (PPP) und Hochschul-Unternehmens-Kooperationen für Qualifizierung in Hessen aufbauen
- Langfristige Karrieremöglichkeiten in Wissenschaft und angewandter QC-Forschung in Hessen verankern
- Kooperationen im Bereich Quantencomputing zwischen hessischen Hochschulen etablieren bzw. ausbauen und explizit dazu QC-Softwarehersteller einbinden
- Fachkräfte und Unternehmen in Hessen für das Thema stärker sensibilisieren
- Qualifizierungsplattform für KMU und Wissenschaft für Hessen einrichten
- Standorte für Aus- und Weiterbildung mit verschiedenen Schwerpunkten und Kooperationen in Hessen definieren
- Gutes Narrativ für Kommunikation aufbauen („Hessen ist anwendungsstark“)
- Schulungsangebote für KMU in Hessen aufbauen

Handlungspriorität 3: Zentrale, kompetente und verlässliche Anlaufstelle im Ökosystem etablieren und die Vernetzung der Akteure stärken

Herausforderung:

Aus Sicht der Stakeholder fehlt in Hessen eine zentrale Struktur, die als kompetenter, verlässlicher Berater für Anwenderunternehmen, Vermittler, Technology Transfer Office und Vernetzer auftritt (Trust Base) sowie für Test- und Entwicklungsmöglichkeiten („future lab“) sorgt.

Lösungsansatz:

Bestehende Strukturen und Initiativen im Land bzw. im hessischen QC-Ökosystem bilden hierfür eine geeignete Ausgangsbasis und werden gezielt weiterentwickelt. Hierzu zählt insbesondere eine zentral verankerte Kompetenzzentrumsstruktur mit klar definierten Aufgaben: Vernetzung, Beratung, Sensibilisierung, Matchmaking und technologische Einordnung. Das Zentrum agiert hessenweit, neutral, ohne eigene kommerzielle Interessen und koordiniert das hessische QC-Ökosystem.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Zentralen Helpdesk und neutrale Beratungsinstanz (Trust Base) in Hessen einrichten
- Kompetenzzentrum/Anlaufstelle im hessischen QC-Ökosystem institutionell verankern
- Vernetzungsplattform für Matching zwischen Forschung, Startups und Industrieakteuren in Hessen aufbauen
- Anbindung des hessischen QC-Ökosystems an nationale Zentren und europäische Verbünde sicherstellen
- Im hessischen QC-Ökosystem aktive Akteure zusammenführen – mit einem Nukleus von drei bis vier verantwortlichen Personen
- Best Practices für Hessen analysieren und für Austausch bereitstellen
- Eigene Rechenzentren in Hessen bereitstellen (falls in Deutschland nicht verfügbar)
- Bundes- und EU-Ebene mitdenken und einbeziehen, Führungsrolle Hessens innerhalb Deutschlands einnehmen

Handlungspriorität 4: Anwendungspotenziale sichtbar machen und Pilotierungsmöglichkeiten ausbauen

Herausforderung:

Die Lücke zwischen Forschungsbasis und unternehmerischer Anwendung ist das strukturelle Kernproblem. Unternehmen fehlen die Fähigkeiten und Möglichkeiten zur Use-Case-Analyse, während einschlägigen Forschungseinrichtungen und Entwicklungsunternehmen die Kanäle in die Anwendung fehlen. Solange Use Cases nicht in wirtschaftlich tragfähige Business Cases überführt werden, bleibt QC für viele Unternehmen ein abstraktes Technologieversprechen.

Lösungsansatz:

Hessen bringt eine relevante Zahl dokumentierter, wirtschaftlich belastbarer QC-Pilotprojekte in Kernsektoren hervor. Diese dienen als Orientierung für weitere Investitionen und als Überzeugungsargument für Unternehmen.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Ankerkunde-Strategie: Das Land Hessen tritt selbst als QC-Nutzer auf (z. B. im Bereich Rechenzentren, Verkehrsplanung)
- Kleine Pilotprojekte und Erprobungen in Hessen gezielt finanzieren
- Industrie-Matching-Plattform für Hessen einrichten (Forschung ↔ Unternehmen)
- Fokus auf die drei für Hessen relevanten Potenzialbereiche Finanzsektor (Risikomodellierung, QKD), Mobilität & Logistik (Optimierung, Digitale Zwillinge) und Chemie & Pharma (Simulation) legen
- Erprobungsräume für Hessen etablieren
- Positives Narrativ für die Öffentlichkeitsarbeit zum QC-Standort Hessen etablieren
- Use Cases für QC definieren und hessenweit zur Verfügung stellen

Handlungspriorität 5: Innovations-, Transfer- und Startup-Ökosystem stärken

Herausforderung:

QC-Startups sind zentrale Partner für Forschung und Entwicklung sowie im Technologietransfer. Die in Hessen bestehenden FuE-Förderinstrumente und die vorhandenen Bedingungen im Gründungsökosystem sind leistungsfähig, aber zugleich mit Blick auf die Ausschöpfung der vorhandenen Potenziale im Bereich QC spezifisch ausbaufähig. Insbesondere im Hinblick auf die Anziehung von Beteiligungskapital besteht Ausbaupotenzial, sowohl durch geeignete, stärker auf QC ausgerichtete Förderinstrumente als auch in der Ausgestaltung der Startup-Ökosystembedingungen.

Lösungsansatz:

Hessen bietet QC-orientierten Startups und Deep-Tech-Gründerinnen und -Gründern attraktive Rahmenbedingungen: Zugang zu Recheninfrastruktur, Kapital, Industriekooperationen, Unterstützungsstruktur und Förderung.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Bestehende Transfer- und Gründungsinstrumente Hessens verstärkt auf QC bzw. Deep-Tech zuschneiden
- Seed-Fonds oder Co-Investment-Strukturen für Hessen prüfen

- Venture-Capital-Zugang für hessische QC-Startups durch Netzwerkarbeit und Matching verbessern
- Großunternehmen und Mittelstand in Hessen aktiv in Transfer-Formate einbinden (Pilotprojekte)
- Hessen als attraktiven Gründungsstandort für QC kommunizieren und positionieren
- Auf bestehenden Strukturen des hessischen QC-Ökosystem (wie Q and AI, ZAQC, ATHENE, TU Darmstadt, GU Frankfurt) aufbauen
- Kontinuität der öffentlichen Förderung in Hessen sichern
- Förderprogramm für QC-Software und -Anwendung etablieren
- Hessische Industrie stärker einbeziehen, Public Private Partnership-Strukturen aufbauen
- Spinoffs (Ausgründungen aus Wissenschaftseinrichtungen) aus der hessischen Wissenschaft und Forschung erleichtern

Handlungspriorität 6: Sicherheit und digitale Souveränität ausbauen

Herausforderung:

QC birgt unmittelbare Risiken für die heute gültige Kryptographie. PQC und QKD müssen in Infrastruktur, Unternehmensplanung und öffentliche IT frühzeitig integriert werden. Zudem ist eine Abhängigkeit von außereuropäischen Hardwareanbietern ein wesentliches Risiko mit sehr hoher Eintrittswahrscheinlichkeit.

Lösungsansatz:

Hessen integriert Sicherheits- und Souveränitätsanforderungen strukturell in alle QC-Maßnahmen. Das Land präferiert europäische Anbieter, treibt Standardisierung aktiv voran und macht Trusted Platforms zu einem hessischen Wirtschaftsmodell (insbesondere in der Recheninfrastruktur).

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- PQC und QKD als Pflichtbestandteile in öffentliche IT-Planungen für Hessen aufnehmen
- Trusted Platforms als Geschäftsmodell für hessische Rechenzentren entwickeln
- Europäische Anbieter aktiv präferieren und in hessischen Beschaffungsvorgaben verankern
- Gütesiegel und Zertifizierungsrahmen für QC-Sicherheitstechnologie seitens Hessen vorantreiben
- Regulierungsfreiräume und Sandboxes für Erprobung in Hessen prüfen

3.3. MÖGLICHES ZUKUNFTSBILD

Vor dem Hintergrund der abgeleiteten Handlungsprioritäten und Maßnahmen ergibt sich aus den Empfehlungen der Stakeholder das folgende mögliche Zukunftsbild für den QC-Standort Hessen:

Hessen positioniert sich bis 2030 als anwendungsnahes QC-Ökosystem mit nationaler Ausstrahlung.

- Hessen konzentriert sich auf Anwendung (Software), Transfer und Industrieerprobung – nicht primär auf Hardwareentwicklung – und bringt Forschung und Anwendung entsprechend zusammen.
- Hessen etabliert eine zentrale Adresse (Kompetenzzentrum/Anlaufstelle), die Industrie, Startups, Forschung und öffentliche Akteure verbindet.
- Hessen richtet ein standortübergreifendes, langfristig angelegtes Forschungszentrum für QC ein.
- Hessen schafft niedrigschwelligen Zugang zu (in Hessen bestehenden) souveränen Quanten-rechenkapazitäten (und Datenräumen) in Kombination mit klassischen Ressourcen für Unternehmen aller Größen, insbesondere KMU.
- Hessen fördert QC-Entwicklungen durch Förderung von spezifischen Business Cases und Unternehmen (Startups), investiert umfassend in (Rechen-)Infrastruktur, Fachkräfteaufbau und Erprobungsräume.
- Hessen stärkt digitale Souveränität durch Präferenz für europäische Anbieter, den Aufbau von Trusted-Platforms und frühzeitige Integration von Post-Quantum-Sicherheitsanforderungen (Maßnahmen und kryptografische Standards, um IT-Systeme und Daten vor den Entschlüsselungsrisiken zukünftiger Quantencomputer zu schützen).
- Hessen entwickelt ein Fachkräfteprofil mit interdisziplinären, anwendungsnahen und flächen-deckenden Qualifizierungsangeboten auf Hochschul-, Berufsaus- und -weiterbildungsebene.
- Hessen positioniert sich komplementär zum Bund und zu anderen Ländern. Hessen hat dank der Stärken im Finanzsektor, in den Bereichen Chemie & Pharma und Mobilität & Logistik sowie dank der vorhandenen Recheninfrastruktur ein Alleinstellungsmerkmal und ein differenziertes Profil gegenüber anderen Standorten im In- und Ausland. Auf EU-Ebene bieten Kooperationen mit (größen-) vergleichbaren Ökosystemen Anknüpfungspunkte für internationale Vernetzung.

ANHANG: MASSNAHMENKATALOG

Die Tabelle ordnet die empfohlenen Maßnahmen nach Zeithorizont und erwarteter Wirkung absteigend nach Relevanz (eine Maßnahme ist umso relevanter, je höher ihre Wirkung und schneller ihre Umsetzbarkeit).

Maßnahme	Erwarteter Nutzen
Kurzfristiger Zeithorizont (bis zu einem Jahr)	
Helpdesk und neutrale Beratungsinstanz einrichten	Schnelle Sichtbarkeit, niedrighschwellige Unterstützung für Unternehmen
Rechenzeitzugang neu organisieren und kommunizieren	Kurzfristiger Industriezugang ohne große Infrastrukturinvestition
Positionsbestimmung Hessen national (Bestandsaufnahme: Wer macht was?)	Strategische Klarheit, Kommunikationsgrundlage
Forschungsrechenkapazitäten bzw. -infrastruktur auch für industrielle Nutzung öffnen	Unmittelbarer Anwendungsnutzen, Pilotprojekte möglich
Vernetzungsplattform/Matchmaking-Format starten	Ökosystemaufbau, Sichtbarkeit
PQC/QKD in Beschaffungsplanung der Landesverwaltung verankern	Sicherheitsvorsorge, Vorbildfunktion
Mittelfristiger Zeithorizont (mehr als 1 bis 3 Jahre)	
Kompetenzzentrum institutionell verankern	Nachhaltige Anlaufstelle, Ökosystemkoordination
Testumgebungen in Kernsektoren aufbauen	Praxisnahe Erprobung, Pilotnachweis
Interdisziplinäre QC-Qualifizierungsformate aufbauen	Fachkräftebasis mittelfristig stärken
Startup- und Transferinstrumente auf QC/Deep-Tech ausrichten	Gründungsaktivität erhöhen, Kapitalzufluss ausbauen
Trusted-Platform-Konzept für hessische RZ-Akteure entwickeln	Souveräne QC-Infrastruktur, neues Geschäftsmodell
Hessen-Quantum-Wettbewerb/Anwendungs-herausforderung ausschreiben	Sichtbarkeit, Use-Case-Generierung
Langfristiger Zeithorizont (mehr als 3 bis 5 Jahre)	
Dezidierter Ausbau der QC-Recheninfrastruktur	Infrastrukturelle Eigenständigkeit, Standortprofil
Interdisziplinären QC-Masterstudiengang einrichten	Langfristige Fachkräftesicherung
Venture-Capital-Struktur für QC-Startups aufbauen	Investitionsattraktion, Ausgründungen
Standortpositionierung und -kommunikation internationalisieren	Internationale Sichtbarkeit, Kapital- und Talentgewinnung

