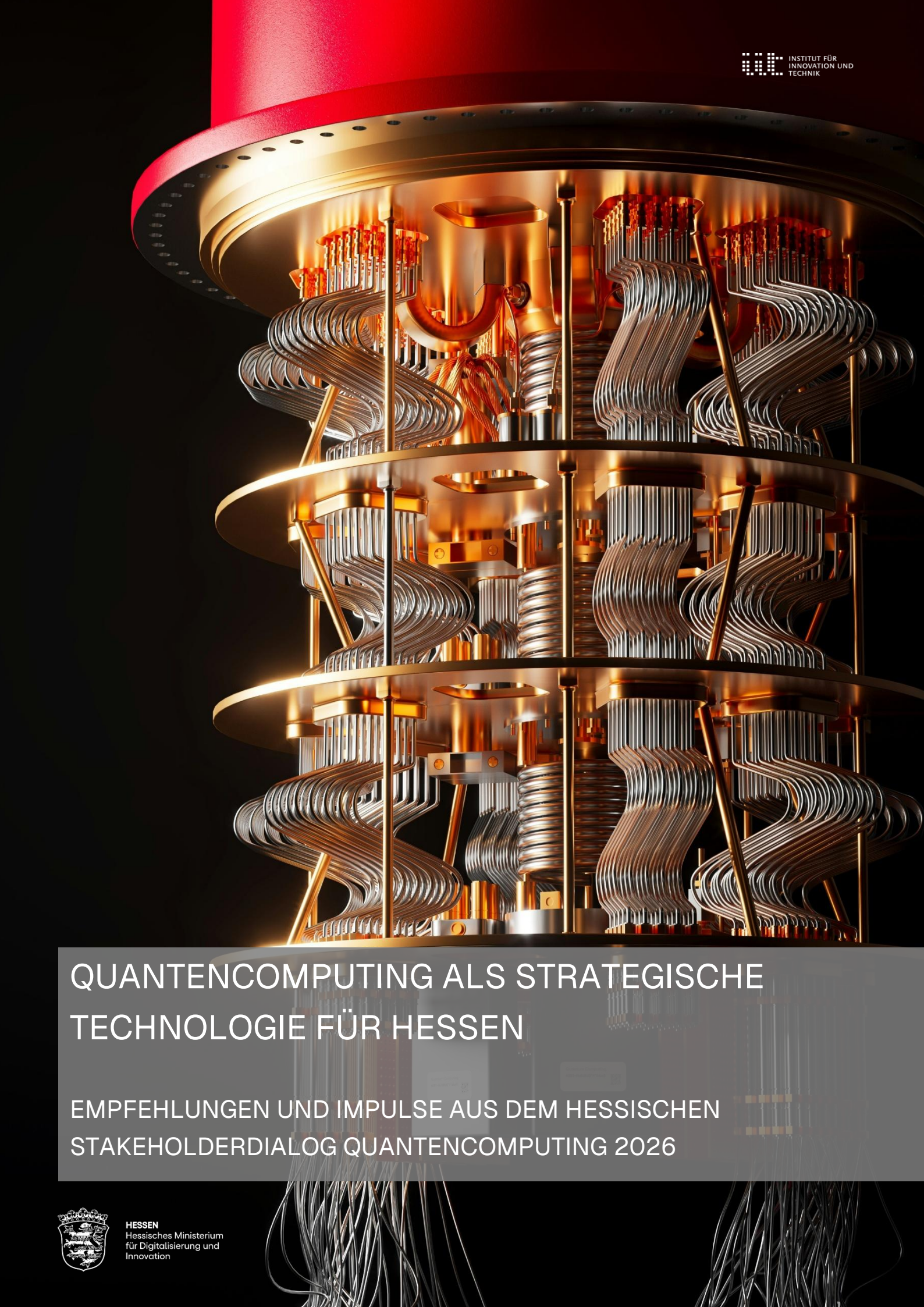




QUANTENCOMPUTING ALS STRATEGISCHE TECHNOLOGIE FÜR HESSEN

EMPFEHLUNGEN UND IMPULSE AUS DEM HESSISCHEN
STAKEHOLDERDIALOG QUANTENCOMPUTING 2026



IMPRESSUM

Autorinnen/ 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

Kontakt Daten

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.....	13
Anhang.....	14

ABKÜRZUNGEN

ATHENE	Nationales Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit
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
iiT	Institut für Innovation und Technik
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
PPP	Public-Private-Partnership
PQC	Post-Quantum-Cryptography/ Post-Quanten-Kryptographie
QaaS	Quantum-as-a-Service
QC	Quantencomputing
QKD	Quantum Key Distribution/ Quantenschlüsselverteilung
TTO	Technologietransfer-Office/ Technologietransfer-Stelle
TU	Technische Universität
ZAQC	Zentrum für Angewandtes Quantencomputing (Fraunhofer IGD, Darmstadt)

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, wodurch Hessen zu einem der wichtigsten Standorte für Rechenzentren in Europa zählt und sehr gute Voraussetzungen für QC-Entwicklung und -Anwendung aufweist. Ebenso existieren wenige, aber leistungsfähige Entwicklungsunternehmen (insbesondere Startups), die QC-Lösungen für industrielle Anwendungen entwickeln. Überdies ist in den letzten Jahren ein umfangreiches, noch fragmentiertes Ökosystem entstanden. Hier stellt eine stärkere Vernetzung und Koordination der vorhandenen Akteure sowohl innerhalb als auch mit Akteuren außerhalb Hessens eine zentrale Entwicklungsaufgabe dar.

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

Mit einer hohen Unternehmensdichte im Finanzsektor (Finanzplatz Frankfurt) besteht ein sehr potenzialträchtiger und kurzfristig ausschöpfbarer QC-Anwendungsbereich für Hessen. Mittel- und langfristig erschließbare Potenziale bieten die ebenfalls stark besetzten 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 umso geringer, je kleiner das Unternehmen ist.

3. Handlungsprioritäten

Der Stakeholderdialog zeigt übergreifend sechs Handlungsprioritäten mit jeweils spezifischen Maßnahmen 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.

Hierzu braucht es einen stärkeren Technology Pull durch den breiten Aufbau von Anwendungskompetenz (Erklärbarkeit, Nachvollziehbarkeit, Mehrwertverständnis von QC), daraus resultierender Anwendungsreife (Absorptionskapazität für QC) bzw. Anwendungskapazität (Handlungsfähigkeit dank Zugängen zu (rechen-)technischer Infrastruktur) 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

Das vorliegende 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 im Land 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 aus dem 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 Quantencomputing (Kapitel 2) werden die durch die Stakeholder sowie die Vertreterinnen und Vertretern der Institutionen der Digitalisierung vorgeschlagenen Handlungsprioritäten, Maßnahmen und ein sich daraus ergebendes mögliches Zukunftsbild vorgestellt (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, Frau Prof. Dr. Kristina Sinemus, diskutiert.

2. AUSGANGSLAGE

Quantencomputing (QC) befindet sich an einem technologischen Wendepunkt. Die Technologie hat den Laborstatus in weiten Teilen überwunden. Erste kommerzielle Anwendungen werden erprobt (z.B. Finanzmodellierung, Logistikoptimierung und Materialentwicklung). Wesentliche Durchbrüche werden – auch dank massiver Investitionen großer Hersteller – bis 2029/2030 erwartet. 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 Bereiche 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 – zentraler Infrastrukturträger für die Ausschöpfung der QC-Potenziale.

2.1. STÄRKEN, SCHWÄCHEN, CHANCEN UND RISIKEN

Hessen verfügt im Bereich 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 (s. u.) markieren.

Stärken

- Exzellente Forschungskapazitäten mit sehr gut aufgestellten Universitäten, Hochschulen sowie außeruniversitärer Forschung.
- Industrie mit großem Anwendungspotenzial (Finanzsektor, Chemie & Pharma sowie Mobilität & Logistik).
- Ökosystem etabliert und wachsend (zuletzt: Q and AI am Bertramshof).
- Hochgradige volkswirtschaftliche Verflechtung mit hoher Industriedichte.

Schwächen

- Ausbaufähige Absorptionskapazität in Unternehmen, insbesondere in KMU sowie ausbaufähige Gründungsintensität.
- Relativ fragmentiertes Ökosystem, insbesondere verbesserungsfähige Zusammenarbeit zwischen Akteuren.
- Nicht durchgängige Förder- und Finanzierungsstruktur, insbesondere zur Startup-Finanzierung.
- Ausbaufähige („stärkenadäquate“) Sichtbarkeit, Positionierung und Außenwahrnehmung im In- und Ausland.

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).

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 („Technologie-wette QC“).

2.2. ZENTRALE ANWENDUNGSFELDER UND VORAUSSETZUNGEN

Die größten Hebel in Hessen lassen sich entlang der drei Anwendungsfelder Simulation, Optimierung und sichere Kommunikation bündeln. 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 verlässlicher Zugang zu Quantenrechenkapazitäten, qualifiziertes Personal, ausreichend Investitionskapital sowie niedrigschwellige, industrienähe 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, Risikomodelle, 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.
- Niedrigschwellige, 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 lassen sich sechs mögliche Handlungsprioritäten ableiten (s. 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 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. 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 bislang begrenzt. Für die 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. Mehr Erprobungsmöglichkeiten bzw. -räume ermöglichen praxisnahe Tests unter realen Bedingungen.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Zugänge zu QC-Infrastruktur effizienter und niedrigschwelliger für (Industrie-)Unternehmen ermöglichen und transparent kommunizieren
- Forschungsrechenkapazitäten bzw. -infrastruktur auch für industrielle Nutzung 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 aufbauen
- Gemeinsame Initiative des Landes 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 Ingenieur- und Technikerebene. Obwohl die akademische Ausbildung bereits ein sehr hohes Qualifikationsniveau erreicht, fehlen spezifische QC-Masterstudiengänge mit interdisziplinärem, anwendungsbezogenem Fokus. Auch fehlen technisch-gewerbliche Berufsausbildungs- und Weiterbildungsangebote.

Lösungsansatz:

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

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Bestehende MINT-Studiengänge mit QC-Inhalten anreichern
- Interdisziplinären QC-Masterstudiengang entwickeln (Physik + Informatik + Ingenieurwesen)
- Gewerbliche und technische Ausbildungsformate mit QC-Bezug pilotieren
- Public-Private-Partnerships und Hochschul-Unternehmens-Kooperationen für Qualifizierung aufbauen
- Langfristige Karrieremöglichkeiten in Wissenschaft und angewandter QC-Forschung in Hessen verankern
- Kooperationen im Bereich Quantencomputing zwischen Hochschulen etablieren bzw. ausbauen
- QC-Softwarehersteller einbinden
- Fachkräfte und Unternehmen für das Thema stärker sensibilisieren
- Qualifizierungsplattform für KMU und Wissenschaft einrichten
- Standorte für Aus- und Weiterbildung mit verschiedenen Schwerpunkten und Kooperationen definieren

- Gutes Narrativ für Kommunikation aufbauen („Hessen ist anwendungsstark“)
- Schulungsangebote für KMU aufbauen

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

Herausforderung:

Aus Sicht der Stakeholder fehlt *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 bilden hierfür eine geeignete Ausgangsbasis und sollten gezielt weiterentwickelt werden. Hierzu zählt insbesondere eine zentral verankerte Kompetenzzentrumsstruktur mit klar definierten Aufgaben: Vernetzung, Beratung, Sensibilisierung, Matchmaking und technologische Einordnung. Das Zentrum agiert neutral, ohne eigene kommerzielle Interessen, und koordiniert das hessische QC-Ökosystem.

Maßnahmenempfehlungen der Stakeholder:

- Zentralen Helpdesk und neutrale Beratungsinstanz (Trust Base) einrichten
- Kompetenzzentrum/Anlaufstelle institutionell verankern
- Vernetzungsplattform für Matching zwischen Forschung, Startups und Industrieakteuren aufbauen
- Anbindung an nationale Zentren und europäische Verbünde sicherstellen
- Bestehende Akteure an einen Tisch bringen – mit einem Nukleus von drei bis vier Personen, die die Verantwortung übernehmen
- Best Practices analysieren und für Austausch bereitstellen
- Eigene Rechenzentren bereitstellen (falls in Deutschland nicht verfügbar)
- Bundes- und EU-Ebene mitdenken und einbeziehen
- Führungsrolle 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 tritt selbst als QC-Nutzer auf (z. B. im Bereich Rechenzentren, Verkehrsplanung)

- Kleine Pilotprojekte und Erprobungen gezielt finanzieren
- Industrie-Matching-Plattform einrichten (Forschung ↔ Unternehmen)
- Fokus auf die drei Sektoren Finanzsektor (Risikomodellierung, QKD), Mobilität & Logistik (Optimierung, Digitale Zwillinge) und Chemie & Pharma (Simulation)
- Erprobungsräume etablieren
- Positives Narrativ für die Öffentlichkeitsarbeit zum QC-Standort Hessen etablieren
- Use Cases für QC definieren und 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 verstärkt auf QC bzw. Deep-Tech zuschneiden
- Seed-Fonds oder Co-Investment-Struktur prüfen
- Venture-Capital-Zugang für QC-Startups durch Netzwerkarbeit und Matching verbessern
- Großunternehmen und Mittelstand aktiv in Transfer-Formate einbinden (Pilotprojekte)
- Hessen als attraktiven Gründungsstandort für QC kommunizieren und positionieren
- Auf bestehenden Strukturen (wie Q and AI, ZAQC, ATHENE, TU Darmstadt, GU Frankfurt) aufbauen
- Kontinuität der Förderung sichern
- Förderprogramm für Software und Anwendung etablieren
- Industrie stärker einbeziehen, Public-Private-Partnership-Strukturen (PPP) aufbauen
- Spinoffs aus Wissenschaft 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 aufnehmen
- Trusted Platforms als Geschäftsmodell für hessische Rechenzentren entwickeln
- Europäische Anbieter aktiv präferieren und in Beschaffungsvorgaben verankern
- Gütesiegel und Zertifizierungsrahmen für QC-Sicherheitstechnologie vorantreiben
- Regulierungsfreiräume und Sandboxes für Erprobung 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 Quantenrechenkapazitäten (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.
- Hessen entwickelt ein Fachkräfteprofil mit interdisziplinären, anwendungsnahen und flächendeckenden Qualifizierungsangeboten auf Hochschul- und 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 (großen-) 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, niedrigschwellige 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/Anwendungsherausforderung ausschreiben	Sichtbarkeit, Use-case-Generierung
Langfristiger Zeithorizont (mehr als 3 bis 5 Jahre)	
Dedizierter 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



HESSEN
Hessisches Ministerium
für Digitalisierung und
Innovation