



Offizielle Stellungnahme zur  
Technologie-Roadmap  
Quantentechnologien  
der Hightech Agenda  
Deutschland

Bezug: Roadmap, Version 1.0 – Stand Mai 2026

# Executive Summary

Quantentechnologien sind für Deutschland und Europa ein strategischer Hebel für Wettbewerbsfähigkeit, technologische Souveränität und zukünftige Wertschöpfung. Die veröffentlichte Roadmap Quantentechnologien der Hightech Agenda Deutschland stellt dafür einen wichtigen Schritt dar. Sie übersetzt die im Rahmen der HTAD formulierten Ziele in messbare Meilensteine, adressiert Quantencomputing, Quantensensorik, Quantenkommunikation und Fachkräfte und betont die Rolle von Transfer, Pilotlinien, Standardisierung, europäischen Initiativen und einer stärkeren Einbindung der Wirtschaft.

Die Position der deutschen Quantenindustrie zeigt ein differenziertes Bild. Die Roadmap wird insgesamt als anschlussfähig an die strategischen Prioritäten vieler Organisationen bewertet. Besonders positiv hervorgehoben werden messbare Meilensteine, der stärkere Transferfokus, Lab-to-Fab Ansätze, nationale Pilotlinien und die europäische Einbettung. Gleichzeitig werden deutliche Lücken bei der operativen Umsetzbarkeit wahrgenommen. Als besonders kritisch werden langsame und bürokratische Förderprozesse, unzureichend konkrete Beschaffungsmechanismen, fehlende Nachfrageimpulse durch öffentliche Ankerkunden, mangelnde Unterstützung von Enabling Technologien, kritische Abhängigkeiten in Lieferketten und fehlendes Wachstums- und Scale-up-Kapital bewertet.

Die zentrale industriepolitische Schlussfolgerung lautet: Die Roadmap sollte nicht nur als Forschungs- und Technologieplan verstanden werden, sondern als Umsetzungsinstrument für eine wettbewerbsfähige Quantenwirtschaft. Dafür braucht Deutschland eine klare Nachfrage und Marktlogik, die Entwicklung und Anwendung verbindet. Forschungsförderung bleibt notwendig, reicht aber nicht aus. Entscheidend sind Produkte, erste Referenzkunden, Zertifizierung, Produktionsfähigkeit, robuste Wertschöpfungsketten und die Möglichkeit für Start-ups, KMU und industrielle Anwender, schnell und verlässlich miteinander zu arbeiten.

Die deutsche Quantenindustrie empfiehlt daher, die Roadmap in einer nächsten Iteration um sechs Prioritäten zu schärfen: erstens eine verbindliche Umsetzungsagenda mit Verantwortlichkeiten, Budgets und Entscheidungspfaden, zweitens ein eigenes Programm für Enabling Technologien und Lieferkettenresilienz, drittens eine missionsorientierte öffentliche Beschaffung mit Bund, Ländern, Rechenzentren, kritischen Infrastrukturen und Bundeswehr als frühen Kunden, viertens agile, höhere TRL-Stufen adressierende Förderinstrumente sowie gezielte Wachstums- und Scale-up-Finanzierung, fünftens fokussierte Leuchtturm Use-Cases mit klaren KPIs und sechstens eine Fachkräfteagenda, die neben akademischer Exzellenz auch industrielle Ingenieurs-, Fertigungs-, Software-, Produkt- und Betriebskompetenzen stärkt.

## Kernpositionen

### 1. Roadmap in Umsetzungsagenda übersetzen

Die Roadmap braucht klare Verantwortlichkeiten, Budgets, Entscheidungspunkte und messbare Ergebnisindikatoren. Ohne diese Konkretisierung bleibt sie zu stark programmatisch.

### 2. Enabling Technologien als strategische Grundlage behandeln

Photonik, Kryotechnik, Steuerelektronik, Packaging, Halbleiterprozesse, Laser, Vakuumtechnik, Softwarewerkzeuge und Systemintegration müssen explizit adressiert werden.

### 3. Nachfrage schaffen

Öffentliche Beschaffung, Ankerkundenprogramme und sektorale Pilotprojekte müssen frühe Märkte für Quantentechnologien schaffen und Start-ups sowie KMU den Zugang ermöglichen.

### 4. Förderung beschleunigen und Wachstumsfinanzierung mobilisieren

Förderverfahren sollten schneller, einfacher und flexibler werden. Ergänzend sollten Wachstums- und Scale-up-Finanzierung, Co-Investments, steuerliche Anreize und bessere Rahmenbedingungen für private und institutionelle Investoren gezielt genutzt werden.

### 5. Industrialisierung durch Use-Cases steuern

Leuchtturmvorhaben sollten von konkreten Kundenbedarfen ausgehen und Anwendungsfälle gemeinsam mit Anwendern zu tragfähigen Business Cases weiterentwickeln.

### 6. Fachkräfteagenda auf industrielle Kompetenzen ausrichten

Kompetenzen, die für Transfer, Skalierung und Markteinführung entscheidend sind, sollten gezielt gestärkt werden.

Die deutsche Quantenindustrie steht bereit, die Umsetzung aktiv zu unterstützen. QBN bietet eine strukturierte Schnittstelle zwischen Unternehmen, Forschung, Investoren, Anwendern und Politik, um konkrete Anwendungsfälle mitzuentwickeln, Feedback zur Wirksamkeit von Instrumenten zu geben und zur Koordination von Roadmap-Arbeitsgruppen beizutragen.

# Impressum

Dieses Positionspapier wurde von QBN auf Grundlage eines systematischen Abgleichs zwischen der im Mai 2026 veröffentlichten Technologie-Roadmap Quantentechnologie Version 1.0 und dem zuvor von der deutschen Quantenindustrie erarbeiteten QBN-Positionspapier zur Hightech Agenda Deutschland (HTAD) erstellt. Ergänzend wurden Rückmeldungen aus einer Konsultation von Akteuren des deutschen Quantenökosystems berücksichtigt. Das Dokument bewertet, inwieweit die Empfehlungen der Industrie in der Roadmap aufgegriffen wurden, identifiziert Fortschritte und zeigt Bereiche auf, in denen weiterhin Handlungsbedarf besteht.

## Autoren

Carsten Blank, data cybernetics ssc  
Mandy Grobosch, Fraunhofer IIS  
Giuseppe Gullo, 42de  
Henning Hahn, QUDORA Technologies  
Haissam Hanafi, QBN  
Niels Kerkhof, Delft Circuits  
Johannes Lang, Diatope  
Alexander Noack, Fraunhofer IPMS  
Brenda Rovers, Delft Circuits  
Thomas Schmaltz, Fraunhofer ISI  
Simon Schneider, Hessen Trade & Invest  
Yukihisa Tsuruta, SemiQon Technologies  
Johannes Verst, QBN  
Janik Wolters, AQLS

# Gesamtbewertung der Roadmap

Die Roadmap wird insgesamt als wichtiger Fortschritt bewertet. Besonders positiv hervorzuheben ist, dass sie konkrete und messbare Meilensteine definiert, den Technologietransfer stärker in den Mittelpunkt rückt und mit Maßnahmen wie Pilotlinien, Testzentren, der Entwicklung eines vollständigen Softwarestacks, der Integration von Quantencomputern in HPC-Infrastrukturen, Transferzentren für Quantensensorik, Initiativen zur Quantenkommunikation sowie Programmen zur Fachkräfteentwicklung wesentliche Bausteine für die Weiterentwicklung des deutschen Quantenökosystems adressiert.

Gleichzeitig bleibt die Roadmap in mehreren Punkten noch zu wenig operationalisiert. Die zentrale Kritik betrifft weniger die grundsätzliche Richtung als die Frage, wie aus Zielen, Meilensteinen und Förderlogik eine beschleunigte industrielle Umsetzung entsteht. Kritische Rückmeldungen beziehen sich daher vor allem auf konkrete Instrumente, Beschaffung, Marktbildung, Finanzierung, Lieferketten, Zertifizierung und Umsetzungsverantwortung.

Übereinstimmung der HTAD Roadmap mit den strategischen Prioritäten der deutschen Quantenindustrie



Die aktuelle HTAD Roadmap zeigt insgesamt eine moderate Übereinstimmung mit den strategischen Prioritäten der deutschen Quantenindustrie. Zentrale Bedarfe werden bereits teilweise adressiert. Zugleich besteht weiteres Potenzial für Schärfung, Konkretisierung und eine stärkere Ausrichtung auf die Anforderungen von Wirtschaft, Wissenschaft und dem Quantenökosystem in Deutschland.

## Umsetzungsrelevante Handlungsfelder

Die Bewertung der zentralen Handlungsfelder zeigt klare Unterschiede zwischen den einzelnen Themenbereichen. Vergleichsweise gut adressiert sind vor allem Pilotlinien und gemeinsame Infrastruktur sowie Talente und industrielle Fachkräfte. Auch Technologietransfer, industrielle Skalierung und europäische Koordination werden teilweise adressiert.

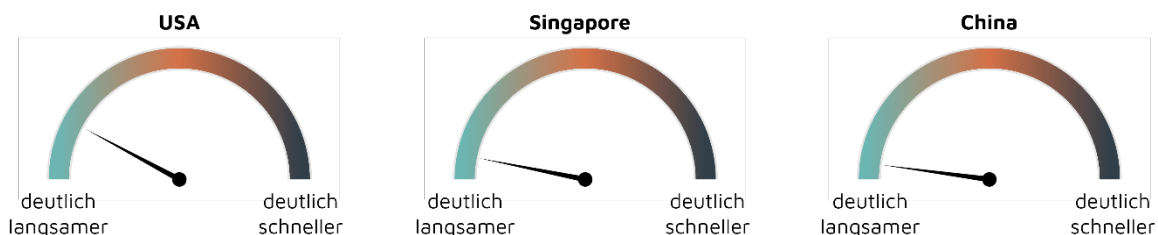
Vergleichsweise gut adressiert	Teilweise adressiert	Klarer Nachschärfungsbedarf
Pilotlinien und gemeinsame Infrastruktur	Technologietransfer	Agilität der Förderung
Talente und industrielle Fachkräfte	Industrielle Skalierung und Fertigung	Öffentliche Beschaffung und Ankerkunden
	Europäische Koordination und Souveränität	Lieferkettenresilienz und heimische Wertschöpfung
	Standards, Zertifizierung und Regulierung	Enabling-Technologien und Komponenten
	Integration von Endanwendern	Privates und Scale-up-Kapital

Der größte Nachschärfungsbedarf liegt bei jenen Instrumenten, die für Kommerzialisierung, Marktbildung und industrielle Wertschöpfung besonders relevant sind. Dazu zählen insbesondere die gezielte Unterstützung von Enabling- und Subsystemtechnologien entlang der Wertschöpfungs- und Lieferketten, zusätzliche Maßnahmen zur Wachstums- und Scale-up-Finanzierung sowie konkretere Mechanismen für öffentliche Beschaffung, Verteidigungs- und Regierungsaufträge. Diese Instrumente sind zentral, um frühe Marktvalidierung, Skalierung und den Übergang von Technologieentwicklung zu Marktdurchdringung zu ermöglichen.

Weitere Handlungsbedarfe bestehen bei niedrigschwelligen Zugängen für industrielle Endanwender zur Erprobung und Einführung von Quantenlösungen sowie bei einer schnelleren Umsetzung von Maßnahmen und einer spürbaren administrativen Entlastung. Damit zeigt sich ein klares Muster: Die Roadmap ist in Forschungs-, Infrastruktur- und Transferfragen bereits vergleichsweise gut aufgestellt. Für die industrielle Umsetzung braucht es nun eine stärkere Ergänzung durch marktorientierte Instrumente, die Unternehmen schneller in Richtung Produktentwicklung, Kundenzugang, Skalierung und Wertschöpfung führen.

### Internationale Einordnung deutscher Förderinstrumente

Die Geschwindigkeit und administrative Ausgestaltung deutscher Förderinstrumente wird im internationalen Vergleich überwiegend als nachteilig bewertet. Besonders deutlich fällt die Wahrnehmung gegenüber den USA, China und Singapur aus, deren Förderlandschaften als agiler, schneller und stärker auf Umsetzung ausgerichtet gelten. Auch gegenüber europäischen Vergleichsländern wie den Niederlanden, Dänemark und Frankreich werden Nachteile bei Geschwindigkeit und administrativem Aufwand gesehen.



*Wahrgenommene Agilität deutscher Förderinstrumente im internationalen Vergleich*

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass weniger die Höhe der verfügbaren Fördermittel als vielmehr die Effizienz der Prozesse als Herausforderung wahrgenommen wird. Lange Entscheidungszyklen, hoher administrativer Aufwand und begrenzte Flexibilität können insbesondere für Start-ups und wachstumsorientierte Unternehmen zu einem Wettbewerbsnachteil werden. Vor dem Hintergrund der hohen Innovationsgeschwindigkeit im internationalen Quantenumfeld wird eine Vereinfachung und Beschleunigung von Förder- und Umsetzungsprozessen als wichtiger Hebel zur Stärkung des Standorts Deutschland angesehen.

## Risiken für die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts

Ein erheblicher Teil der Unternehmen sieht bereits heute operative oder strategische Risiken, die aus bestehenden Lücken in Strategie, Infrastruktur und Rahmenbedingungen resultieren. Rund 70 % weisen auf konkrete Auswirkungen für die eigene Organisation hin.

Besonders häufig werden Herausforderungen beim Zugang zu Wachstums- und Scale-up-Kapital genannt. Rund 60 % der betroffenen Unternehmen geben an, bereits Finanzierungsoptionen oder organisatorische Strukturen außerhalb Europas zu prüfen, um den Kapitalbedarf für weiteres Wachstum decken zu können. Gleichzeitig berichten etwa 43 % von einer starken Abhängigkeit von außereuropäischen Anbietern bei kritischen Komponenten und Enabling-Technologien.

Darüber hinaus verweisen jeweils rund 30 % auf Entwicklungsverzögerungen aufgrund fehlender oder schwer zugänglicher Pilotlinien und Testinfrastrukturen sowie auf Engpässe bei industriell qualifizierten Ingenieurinnen und Ingenieuren. Beide Aspekte werden als relevante Hemmnisse für Skalierung, Industrialisierung und Markteinführung von Quantentechnologien betrachtet.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass Defizite bei Finanzierung, Lieferketten, Infrastruktur und Fachkräften nicht nur langfristige Herausforderungen darstellen, sondern bereits heute konkrete Auswirkungen auf Investitions-, Entwicklungs- und Standortentscheidungen innerhalb des deutschen Quantenökosystems haben.

# 70 %

sehen bereits heute operative oder strategische Risiken



60 %

prüfen Optionen außerhalb Europas für Wachstumskapital



43 %

berichten von Abhängigkeiten bei kritischen Komponenten



30 %

nennen Infrastruktur-Engpässe



30 %

nennen Fachkräfte-Engpässe

# Übergreifende Empfehlungen

## Von Meilensteinen zu einer verbindlichen Umsetzungsagenda

Die Roadmap sollte stärker von einer Meilensteinlogik in eine verbindliche Umsetzungsagenda überführt werden. Dafür braucht es eine klarere Verbindung zwischen Zielen, Maßnahmen, Zuständigkeiten und Umsetzungspfaden, damit die definierten Meilensteine nicht nur Orientierung geben, sondern systematisch in konkrete Umsetzungsschritte übersetzt werden.

- **Konkretere Umsetzung auf Regierungsebene:** Die Roadmap sollte durch spezifischere Umsetzungsinitiativen auf Bundesebene ergänzt werden, damit Ziele, Maßnahmen und Zuständigkeiten klarer miteinander verbunden sind.
- **Bessere Schnittstellen zu öffentlichen Stellen:** Für Unternehmen und Start-ups braucht es leichtere Zugänge zu den öffentlichen Stellen, die für Beschaffung, Umsetzung und Regulierung relevant sind.
- **Koordination zwischen Ministerien, Ländern und EU stärken:** Die Zusammenarbeit zwischen BMFTR und BMWI sowie zwischen den zuständigen Fachreferaten, insbesondere T13 und T14, sollte weiter gestärkt werden. Auch Landesministerien und europäische Programme sollten enger eingebunden werden, damit Fördermaßnahmen, Beschaffung, Industrialisierung, Transfer und europäische Initiativen stärker aufeinander abgestimmt und parallele Einzelaktivitäten vermieden werden.
- **Klarere Zertifizierungs- und Standardisierungspfade:** Für quantensichere Kommunikation, QKD, QRNG, PQC und Zertifizierung sollten konkretere Zeitlinien, Verantwortlichkeiten und Umsetzungspfade definiert werden.
- **Stärkere Rolle von Unternehmen und Start-ups in Fördermechanismen:** Förderinstrumente sollten Unternehmen und Start-ups stärker als Lead-Organisationen ermöglichen und sie nicht nur als nachgelagerte Transferpartner einbinden.

## Enabling Technologien und Lieferkettenresilienz als eigene strategische Säule

Enabling-Technologien und resiliente Lieferketten bilden die Grundlage für Skalierung, Leistungsfähigkeit und technologische Souveränität in den Quantentechnologien. Systemziele in Quantencomputing, Quantensensorik und Quantenkommunikation entfalten ihre volle Wirkung nur, wenn auch die zugrunde liegenden Komponenten, Subsysteme, Fertigungskapazitäten und Softwareebenen verfügbar und resilient aufgebaut sind. Die Roadmap sollte diese Ebene daher nicht nur indirekt mitdenken, sondern als eigenständigen strategischen Schwerpunkt behandeln.

- **Eigene Förderlinie für Enabling-Technologien:** PICs, Photonik, Kryotechnik, Laser, Vakuumtechnik, Kontrollhardware, Steuerelektronik und spezialisierte Software sollten gezielt adressiert werden.
- **Analyse kritischer Abhängigkeiten:** Kritische Komponenten, Wertschöpfungsstufen und Lieferkettenabhängigkeiten sollten systematisch erfasst und priorisiert werden.
- **Förderung entlang der gesamten Lieferkette:** Unterstützung sollte Rohtechnologien, Komponenten, Subsysteme, Systeme, Software und Anwendungen umfassen.
- **Nutzung bestehender Fertigungsstrukturen:** Bestehende mikroelektronische und photonische Fertigungskapazitäten sollten für quantenspezifische Anforderungen nutzbar gemacht werden.
- **Supply-Contracts:** Lieferverträge mit Komponentenlieferanten sowie mit Start-ups und Institutionen, die an Use-Cases arbeiten, sollten als mögliche Instrumente geprüft werden.
- **Europäische Lieferketten:** Der Aufbau resilienter europäischer Lieferketten sollte als Voraussetzung technologischer Souveränität stärker verankert werden.

## Öffentliche Beschaffung als Motor für frühe Märkte

Öffentliche Beschaffung bildet in der Umsetzungsphase der Roadmap eine zentrale Brücke zwischen technologischer Entwicklung und Marktentstehung. Gerade bei kapitalintensiven DeepTech-Technologien reicht es nicht aus, Forschung und Demonstratoren zu fördern. Frühe Nachfrage schafft Referenzen, Validierung, erste Umsätze und Anschlussfähigkeit für private Investitionen. Damit überführt Beschaffung technologische Fähigkeiten in marktfähige Produkte und nachhaltige Wertschöpfung.

- **Langfristige öffentliche Nachfrage:** Aufbau eines längerfristigen Beschaffungsrahmens, der frühe Märkte für Quantentechnologien unterstützt.
- **Staat als Ankerkunde:** Öffentliche Stellen sollten als frühe Kunden auftreten und Referenzen für marktfähige Lösungen schaffen.
- **Beschaffung für Start-ups und KMU zugänglich machen:** Öffentliche Ausschreibungen sollten so gestaltet werden, dass auch kleinere Unternehmen teilnehmen können. Dazu gehören kleinere Auftragslose, innovationsfreundliche Beschaffungsformate wie Pre-Commercial Procurement, KMU-Quoten und vereinfachte Verfahren.
- **Beschaffung über Hardware hinaus:** Beschaffungsformate sollten auch Software, Algorithmen, Middleware und Quantum I/O berücksichtigen.
- **Öffentliche Use-Cases und Testumgebungen:** Öffentliche Bedarfsträger sollten konkrete Anwendungsfälle, relevante Daten und Testmöglichkeiten bereitstellen.
- **Verbindung mit Test und Zertifizierung:** Beschaffungsprogramme sollten mit Test-, Vergleichs- und Zertifizierungsstrukturen verknüpft werden.

## Agilere Förderinstrumente und Scale-up-Kapital

Agile Förderinstrumente und ausreichendes Scale-up-Kapital sind entscheidende Voraussetzungen, um Quantentechnologien schneller aus Forschung und Demonstration in die Produktentwicklung, Erprobung, Zertifizierung und Markteinführung zu überführen. Insbesondere Start-ups, KMU sowie Unternehmen in fortgeschrittenen Entwicklungsphasen benötigen Förderansätze, die flexibel, zügig und stärker an den Anforderungen des Marktes ausgerichtet sind. Gleichzeitig sind Finanzierungsinstrumente erforderlich, die Wachstumsfinanzierungen in Deutschland und Europa erleichtern und zusätzlich privates Kapital aktivieren.

- **Schnellere Förderentscheidungen:** Verbindliche Entscheidungsfristen, etwa bis zu drei Monate bis zur Förderentscheidung, sollten eingeführt werden.
- **Fast-Track und Rolling Calls:** Kleinere, schnellere und kontinuierlich zugängliche Formate für KMU und Start-ups sollten ermöglicht werden.
- **Weniger administrativer Overhead:** Pauschalmodelle, Lump Sum Accounting und reduzierte Berichtspflichten sollten stärker genutzt werden.
- **Meilensteinbasierte Auszahlungen:** Zahlungen sollten stärker an nachvollziehbare Entwicklungs- und Umsetzungsschritte gekoppelt werden können.
- **Förderung marktnaher Aktivitäten:** Produktentwicklung, Zertifizierung, Business Development, Kundentests, Training und Markteinführung sollten förderfähig sein.
- **Industrie und Start-ups als Lead:** Fördermechanismen sollten häufiger Unternehmen und Start-ups als Lead-Organisationen ermöglichen.
- **Wachstums- und Scale-up-Kapital:** Deeptech-Matching-Fonds, Co-Investment-Modelle, Ankerinvestments, steuerliche Anreize und bessere Rahmenbedingungen für private und institutionelle Investoren sollten gestärkt werden.

## Leuchtturm Use-Cases mit Wertschöpfungs-KPIs

Leuchtturm Use-Cases sollten die Umsetzung der Roadmap stärker an konkreter wirtschaftlicher und industrieller Wirkung ausrichten. Entscheidend ist dabei nicht nur die Identifikation technologisch interessanter Anwendungsfälle, sondern deren systematische Weiterentwicklung zu tragfähigen Business Cases. Sie verbinden technologische Entwicklung mit realen Anwendungsbedarfen, öffentlicher oder industrieller Nachfrage, Testumgebungen, Zertifizierung und Finanzierung. Dadurch können aus Demonstrationen belastbare Referenzen, marktfähige Lösungen und nachhaltige Wertschöpfung entstehen.

- **Wirtschaftlich tragfähige Anwendungen:** Use-Cases sollten auf ökonomisch sinnvolle erste Anwendungen ausgerichtet werden.
- **Überführung in Business Cases:** Use-Cases sollten gemeinsam mit industriellen und öffentlichen Anwendern zu tragfähigen Business Cases weiterentwickelt werden.
- **Nachfrage über Demonstratoren hinaus:** Ziel sollte nachhaltige Marktnachfrage sein, nicht nur öffentlich geförderte Demonstrationsprojekte.
- **Verbindung mit öffentlichen und industriellen Kunden:** Use-Cases sollten mit konkreten Bedarfsträgern und Kunden verbunden werden.

- **Fokus der Initiative „1000 Qubits und 100 Anwendungen“:** Die Initiative sollte fokussiert, kommerziell relevant und auf bestehender industrieller Expertise aufbauend ausgestaltet werden.
- **Test und Vergleich:** Produkte und Lösungen sollten gegen andere Technologien getestet und zertifiziert werden können.

## Fachkräfte und industrielle Kompetenzen

Die Fachkräfteagenda sollte stärker auf die Anforderungen industrieller Umsetzung ausgerichtet werden. Entscheidend ist, den Aufbau von Kompetenzen nicht nur als akademische Ausbildungsfrage zu verstehen, sondern als Voraussetzung für Transfer, Skalierung, Anwendung und Markteinführung von Quantentechnologien.

- **Industrielle Fachkräfte:** Die Fachkräftebasis sollte auch industrienähe Ingenieurinnen und Ingenieure sowie anwendungsnahe Profile berücksichtigen.
- **Training und Wissenstransfer:** Förderinstrumente sollten Training, Wissenstransfer und Weiterbildung stärker unterstützen.
- **Produktentwicklung und Geschäftsentwicklung:** Kompetenzen für Produktentwicklung und Geschäftsentwicklung sollten stärker in Qualifizierungs- und Förderansätzen berücksichtigt werden.
- **Quantum Awareness:** Awareness Formate für Quantentechnologien sollten weiter ausgebaut werden.
- **Post-Quantum-Security Awareness:** Weiterbildung und Sensibilisierung zu Post-Quantum-Security sollten gezielt unterstützt werden.

# Empfehlungen nach Technologiefeldern

## Quantencomputing

Quantencomputing sollte in der weiteren Umsetzung als vollständiges Wertschöpfungssystem betrachtet werden. Entscheidend ist, Hardwareentwicklung, Softwareebenen, Systemintegration, Anwenderzugang, Finanzierung und frühe Referenzmärkte so miteinander zu verbinden, dass aus technologischen Fortschritten schneller marktfähige Lösungen entstehen.

- **Software und Quantum I/O:** Software, Algorithmen, Middleware, Compiler und Quantum I/O sollten als eigenständige Wertschöpfungsebene sichtbar und förderfähig sein.
- **Plattformbreite:** Spin-Qubits sollten berücksichtigt werden, insbesondere wegen der Nähe zur Halbleiterfertigung und möglicher Anknüpfung an Pilotlinien im Chips Joint Undertaking.
- **Start-ups und KMU:** Die Roadmap sollte berücksichtigen, dass viele KMU und Start-ups bereits vor langfristigen Meilensteinen Nachfrage, Kapital und Marktzugang benötigen.
- **Beschaffung und Referenzmärkte:** Öffentliche Beschaffung und frühe Referenzkunden sollten auch für software- und I/O-nahe Angebote relevant sein.
- **Full-Stack Finanzierung:** Förderinstrumente sollten den gesamten Stack adressieren und nicht nur isolierte Hardwareentwicklung unterstützen.

## Quantensensorik

Quantensensorik sollte in der weiteren Umsetzung stärker als anwendungsnahe Schlüsseltechnologie für industrielle und öffentliche Einsatzfelder betrachtet werden. Entscheidend ist, technologische Entwicklung frühzeitig mit Produktisierung, Testmöglichkeiten, Kundenzugang und belastbaren Lieferketten zu verbinden.

- **Einführung in die Praxis:** Die Umsetzung von Quantenlösungen in der Praxis sollte erleichtert werden, etwa durch Anreize für Kunden, nationale Quantengeräte zu kaufen oder zu testen.
- **Öffentliche Nachfrage:** Öffentliche Beschaffung sollte auch für Quantensensorik als früher Marktimpuls genutzt werden.
- **Test und Zertifizierung:** Produkte sollten gegen andere Technologien getestet und zertifiziert werden können.
- **Industrielle Use-Cases:** Quantensensorik sollte mit wirtschaftlich tragfähigen Anwendungen und konkreten Kundenbedarfen verbunden werden.
- **Lieferketten:** Komponenten, Systeme und Lieferketten sollten auch für Quantensensorik in die übergreifende Supply-Chain-Analyse einbezogen werden.

## Quantenkommunikation

Quantenkommunikation sollte in der weiteren Umsetzung klarer an technologischer Reife, Marktanforderungen und praktischer Einführbarkeit ausgerichtet werden. Entscheidend ist, quantensichere Kommunikation nicht nur als langfristiges Forschungsfeld zu behandeln, sondern marktreife und marktnahe Lösungen gezielt mit Zertifizierung, Standardisierung, Nachfrage und regulatorischen Rahmenbedingungen zu verbinden.

- **Technologiefokus:** QKD, QRNG, quantensichere Kommunikation, Netzintegration, Interoperabilität und Schlüsselmanagement sollten klarer adressiert werden.
- **Zertifizierung und Standards:** Zertifizierungs- und Standardisierungspfade sollten konkreter beschrieben und mit Marktanforderungen verbunden werden.
- **PQC und Quantum-Safe:** Für PQC, quantensichere Kommunikation und Zertifizierung sollten konkrete Zeitlinien und Verantwortlichkeiten definiert werden.
- **TRLs Einordnung:** Marktreife oder marktnahe QKD Lösungen sollten nicht pauschal als frühe Forschung eingeordnet werden.
- **Endanwender und Nachfrage:** Netzbetreiber, kritische Infrastrukturen, öffentliche Nutzer, Sicherheits- und Verteidigungsakteure sollten als Validierungs- und Beschaffungspartner berücksichtigt werden.
- **Regulatorische Impulse:** Stärkere Sicherheitsanforderungen oder gezielte Anreize können helfen, Interesse in konkrete Investitionen zu überführen.

# Schlussfolgerung und Angebot der deutschen Quantenindustrie

Die Roadmap verfolgt den richtigen Anspruch, Deutschland vom starken Forschungsstandort konsequenter in Richtung Anwendung, Industrialisierung und europäischer Souveränität weiterzuentwickeln. Dieser Anspruch muss nun stärker in eine Industrie- und Umsetzungslogik übersetzt werden. Entscheidend ist nicht allein das Erreichen einzelner technologischer Meilensteine, sondern ob daraus Unternehmen, Produkte, Märkte, Standards, Produktionsfähigkeit und langfristige Wertschöpfung in Deutschland und Europa entstehen.

Deutschland verfügt über wissenschaftliche Exzellenz, starke Forschungseinrichtungen, eine wachsende Start-up-Landschaft und industrielle Anwenderbranchen mit hohem Bedarf an neuen Rechen-, Sensorik- und Sicherheitslösungen. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Brücken zwischen diesen Stärken noch nicht belastbar genug sind. Förderlogik, Beschaffung, Infrastrukturzugang, Zertifizierung und Kapitalmarkt wirken weiterhin häufig als getrennte Teilbereiche. Die nächste Roadmap-Phase sollte daher die systematische Verbindung dieser Elemente zum Kern der Umsetzung machen.

Ein industriegetragener Roadmap-Ansatz sollte von strategischen Anwendungen ausgehen und daraus ableiten, welche Hardware, Software, Komponenten, Infrastrukturen, Standards, Daten, Talente, regulatorischen Pfade und Finanzierungsinstrumente erforderlich sind. Dadurch entsteht eine klare Orientierung für öffentliche Mittel, private Investitionen und industrielle Beiträge.

Der zentrale Nachschärfungsbedarf liegt daher bei den Instrumenten, die den Übergang in den Markt beschleunigen. Öffentliche Beschaffung sollte frühe Nachfrage schaffen, Förderverfahren sollten schneller und marktnäher werden, Wachstumsfinanzierung sollte stärker mobilisiert werden und Enabling Technologien sowie Lieferketten sollten gezielter abgesichert werden. Ebenso wichtig sind klare Zertifizierungs- und Standardisierungspfade sowie eine stärkere Sichtbarkeit von Software, Algorithmen, Middleware und Quantum I/O als eigenständige Wertschöpfungsebenen.

QBN und seine Mitglieder stehen bereit, diesen Prozess aktiv zu unterstützen. Sie können insbesondere dazu beitragen, industrielle Anforderungen, KMU-Perspektiven, konkrete Use-Cases, Beschaffungsformate und Matching Mechanismen praxisnah in die weitere Umsetzung einzubringen. Ziel sollte ein Roadmap-Prozess sein, der Forschung, industrielle Umsetzung, öffentliche Nachfrage, privates Kapital und europäische Wertschöpfung wirksam miteinander verbindet.

# Über QBN

QBN ist das globale Industrienetzwerk für Quantentechnologien. QBN fördert die Kommerzialisierung, Kollaboration und den Dialog zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik und treibt die Anwendbarmachung und industrielle Einführung von Quantentechnologien in Deutschland, Europa und weltweit voran.

Gegründet im Jahr 2020, vereint QBN über 120 internationale Mitglieder entlang der gesamten Wertschöpfungskette, darunter weltweit führende Start-ups, etablierte Unternehmen, Forschungs- und Technologieorganisationen (RTOs), Investoren sowie staatliche Institutionen, die Quantentechnologien entwickeln und einsetzen, einschließlich Quantencomputing, Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantenkryptographie.

QBN baut ein leistungsfähiges industrielles Quantenökosystem auf und leistet damit einen Beitrag zu nationaler Sicherheit, technologischer Souveränität, wirtschaftlichem Wachstum und einer nachhaltigen Zukunft.

Von Deutschland und Europa in die Welt – gemeinsam gestalten wir eine resiliente Quantenwirtschaft!

## Kontakt

Dipl.-Phys. Johannes Verst  
Geschäftsführer

Quantum Business Network UG  
Fürkhofstr. 9, 81927 München  
Deutschland  
+49 89 9545 9079  
[contact@qbn.world](mailto:contact@qbn.world)  
[www.qbn.world](http://www.qbn.world)