STIFTERVERBAND

MARIAN BURK · DR. LENA FINGER · DR. FITORE MORINA ·
ZOE GYFTOPOLOUS · ANDREAS LAND · EIKE SCHRÖDER

FACHKRÄFTE FÜR QUANTEN-TECHNOLOGIEN

Analyse von Bedarf und Angebot im Projekt QUANTiFaID

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

INHALT

Executive Summary ____ **2**

1. Einführung ____ **4**

2. Analyse des Quantentechnologie-Fachkräftebedarfs ____ **6**

2.1 Ergebnisse der Unternehmensbefragung ____ 6

2.2 Ergebnisse der Hochschulbefragung ____ 11

2.3 Ergebnisse der Befragung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen ____ 17

2.4 Ergebnisse der leitfadengestützten Experteninterviews ____ 22

2.5 Zwischenfazit zur Bedarfsanalyse ____ 28

3. Bildungsangebot der Hochschulen ____ **31**

3.1 Analyse der Vorlesungsverzeichnisse ____ 31

3.2 Befragungsergebnisse zum Studienangebot ____ 36

3.3 Zwischenfazit zum Studienangebot ____ 37

4. Handlungsperspektiven und Ausblick ____ **39**

4.1 Politische Handlungsperspektiven ____ 39

4.2 Ausblick auf die zweite Projektphase ____ 42

5. Literaturverzeichnis ____ **43**

EXECUTIVE SUMMARY

Das gemeinsam vom Stifterverband und der SV Wissenschaftsstatistik durchgeführte Projekt *QUANTiFaID* untersucht den Fachkräftebedarf im Bereich Quantentechnologie (QT) sowie das damit korrespondierende Bildungsangebot in Deutschland. Für diese Studie wurden Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als einzelne Sektoren untersucht. Ergänzend wurden die Vorlesungsverzeichnisse der größten deutschen Universitäten mit Blick auf quantentechnologierelevante Inhalte analysiert. Die Kernergebnisse sind:

- **Quantentechnologie gewinnt in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitärer Forschung weiter an Bedeutung.** Zwei Drittel der QT-Unternehmen planen mit Neueinstellungen und auch an Hochschulen sowie Forschungsinstituten wird QT in den kommenden fünf Jahren eine deutlich steigende strategische Bedeutung für Lehre, Forschung und Transfer einnehmen. Entsprechend rechnen Akteure in den untersuchten Sektoren mit einem steigenden Bedarf an QT-relevanten Fachkräften und prüfen beziehungsweise planen Maßnahmen, um sich auf diese Entwicklung einzustellen.
- **QT-Unternehmen sind sehr oft dem Bereich der Spitzentechnologie zuzuordnen**: 43 Prozent aller QT-Unternehmen sind in diesem Bereich aktiv mit Schwerpunkt in der Elektrotechnologie sowie Kommunikations- und Informationstechnologie.
- **Die QT-Fachkräftesituation ist weniger durch einen exklusiven Mangel an hochspezialisierten QT-Absolventinnen und -Absolventen geprägt als durch einen differenzierten Bedarf an unterschiedlichen Qualifikationsprofilen**. Benötigt werden sowohl auf QT spezialisierte Personen als auch Fachkräfte aus anderen MINT-Disziplinen mit QT-Anschlussfähigkeit. Zudem ist technisches Unterstützungspersonal ohne spezifische QT-Qualifikation relevant und knapp.
- **Der Fachkräftemangel im Bereich Quantentechnologie ist eng mit dem allgemeinen MINT-Fachkräftemangel verbunden.** Engpässe zeigen sich nicht nur bei hochqualifizierten QT-Spezialistinnen und -Spezialisten, sondern auch bei angrenzenden, insbesondere nicht-akademischen, technischen Qualifikationsprofilen. So beschreiben nur 2,7 Prozent der Hochschulen die Gewinnung technischen Personals als „eher einfach“ oder „sehr einfach“ und rund ein Viertel als „sehr schwierig“. Auch die Gewinnung wissenschaftlichen Personals bewerten 62 Prozent der Hochschulen als schwierig.
- **Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler nehmen eine besonders wichtige Rolle ein.** Sie stellen im Schnitt rund 35 Prozent des FuE-Personals in QT-Unternehmen – fast 20 Prozentpunkte mehr als in anderen forschungsaktiven Unternehmen. Dabei sind Physikerinnen und Physiker besonders wichtig. Ihre Relevanz ergibt sich sowohl aus der fachlichen Nähe zur Quantenphysik als auch aus ihrer hohen Anschlussfähigkeit an unterschiedliche naturwissenschaftliche, technische und interdisziplinäre Arbeitskontexte.
- **Das universitäre Bildungsangebot passt inhaltlich in seiner physiknahen Grundstruktur grundsätzlich zur Bedarfslage, ist aber mit Blick auf Interdisziplinarität entwicklungsfähig.** Fast 55 Prozent aller QT-relevanten Kurse sind im Studienbereich Physik/Astronomie verankert, während die Ingenieurwissenschaften insgesamt ein Viertel der Kurse stellen. Passend zur vergleichsweise hohen Internationalität von QT-Unternehmen wird fast die Hälfte der QT-Kurse auf Englisch angeboten – deutlich mehr als in den Fächergruppen Ingenieurwissenschaften und Mathematik/Naturwissenschaften insgesamt (20 Prozent). Damit bestehen gute Voraussetzungen für die Ausbildung von Quantum-ready Personal, das auch in international aufgestellten Unternehmen anschlussfähig ist. Diese Grundlage könnte durch fachübergreifende Formate weiter gestärkt werden.
- **Eine zentrale Passungslücke im Bildungsangebot besteht bei der Praxisorientierung.** Während Unternehmen mangelnde Praxiserfahrung von Absolventinnen und Absolventen deutscher Hochschulen kritisieren, spielen praxisorientierte Lehrformate in der Vermittlung QT-relevanter Inhalte bislang nur eine untergeordnete Rolle. Während das Veranstaltungsformat Vorlesung mit 47 Prozent der Kurse dominiert, spielen erfahrungsbasierte Formate mit nur rund acht Prozent eine deutlich untergeordnete Rolle. Damit unterscheidet sich die Struktur deutlich vom Durchschnitt der Fächergruppen Ingenieurwissenschaften und Mathematik/Naturwissenschaften (Vorlesung: 25,2 Prozent, erfahrungsbasierte Formate: 13,4 Prozent). Auch kooperative Qualifizierungsmaßnahmen wie Industriepromotionen werden nur von 38,5 Prozent der Hochschulen angeboten. Im Bereich der

Praxisorientierung liegt somit ein wichtiger Ansatzpunkt für die Weiterentwicklung des Bildungsangebots.

- **Das Angebot an eigenständigen QT-Masterstudiengängen erscheint angesichts des begrenzten Bedarfs an sehr spezifisch ausgebildeten Fachkräften bereits weitgehend bedarfsgerecht.** Zugleich planen Hochschulen einen weiteren Ausbau von QT-Schwerpunkten insbesondere in der Masterphase. Dies kann eine passgenaue Antwort auf den Bedarf an Absolventinnen und Absolventen sein, die über vertiefte QT-Kompetenzen verfügen, ohne zwingend vollständig auf Quantentechnologien spezialisiert zu sein.
- **Wirtschaft und Wissenschaft erleben den Fachkräftemangel unterschiedlich.** Unternehmen beschreiben ihn als herausfordernd und teilweise mit erheblichen Reibungen verbunden, aber grundsätzlich lösbar, etwa durch strategische Rekrutierung und internationale Fachkräftegewinnung. Nur rund 21 Prozent der Unternehmen erwarten, den Bedarf nicht decken zu können. Wissenschaftliche Einrichtungen sehen sich hingegen stärker mit strukturell bedingten Engpässen konfrontiert, die auf Ebene einzelner Organisationen nur begrenzt lösbar sind.
- **Weiterbildung wird von Hochschulen und Forschungseinrichtungen als strategisches Entwicklungsfeld gesehen.** Sie bietet die Möglichkeit, sowohl den eigenen Fachkräftebedarf zu decken als auch neue wissenschaftsnahe Geschäftsfelder zu erschließen. Da Unternehmen ihren Weiterbildungsbedarf jedoch differenziert beschreiben, sollten neue externe Formate eng an konkreten Kompetenzbedarfen, Zielgruppen und Anwendungsfeldern ausgerichtet werden.
- **Öffentliche Förderung bleibt ein zentraler Hebel für die Fachkräftesicherung im Bereich Quantentechnologie.** Sie ist aus Sicht aller Sektoren wichtig, um Bildungsangebote weiterzuentwickeln, Transfer- und Praxisformate zu stärken, internationale Rekrutierung zu unterstützen und strukturelle Engpässe insbesondere in der Wissenschaft abzufedern. Hochschulen wie auch Forschungsinstitute beschreiben die Einwerbung von Fördermitteln als wichtigste Maßnahme zur Deckung des QT-Fachkräftebedarfs: 75 Prozent der Hochschulen und 100 Prozent der befragten Forschungsinstitute nutzen diese Maßnahme oder planen sie zu nutzen. Fördermaßnahmen haben entsprechend auch weiterhin ein großes Steuerungspotenzial.

Aus diesen Befunden lassen sich vier wesentliche Handlungsperspektiven ableiten:

1. Passung von Fachkräftebedarf und Studienangebot (weiter) erhöhen
2. Fachkräfteorientierung und internationale Rekrutierung strategisch unterstützen
3. MINT-Bildung entlang der Bildungskette stärken
4. Förderlandschaft beibehalten und strategisch schärfen

1. EINFÜHRUNG

Quantentechnologien (QT) der zweiten Generation[1] haben das Potenzial, bahnbrechende Innovationen in Bereichen wie der Informationsverarbeitung, der Kommunikation und der Sensorik zu ermöglichen. Um diese Chancen nutzen zu können, bedarf es hochqualifizierter Fachkräfte, die in der Lage sind, die technologischen Möglichkeiten auf Basis der zugrunde liegenden Physik zu erschließen, sie zu verstehen und anzuwenden. Ein Fachkräftemangel in diesem Bereich würde eine zielführende Entwicklung und Anwendung dieser Technologien stark beeinträchtigen. In den letzten Jahren sind vielfältige Maßnahmen und Projekte entstanden, um die Öffentlichkeit, Unternehmen und Beschäftigte auf diese Entwicklungen vorzubereiten. Zum einen sollten Outreach-Maßnahmen das Interesse an Quantenphysik und Quantentechnologie bei Jugendlichen und der breiten Bevölkerung steigern. Zum anderen wurden auch substanzielle Qualifizierungsmaßnahmen wie Weiterbildungsprogramme, Masterstudiengänge und Akademien ins Leben gerufen.

Bislang gibt es keine systematische Übersicht über den Fachkräftebedarf im Bereich Quantentechnologie in Deutschland, die diese Anstrengungen berücksichtigt. Seit 2023 wird die Fachkräftefrage im Quantum Technology Monitor der Beratungsfirma McKinsey, die auch in Wirtschaftskreisen einflussreich ist, nicht mehr systematisch betrachtet. Andere Arbeiten lassen sich nur schwer auf den deutschen Kontext mit dualem Ausbildungssystem übertragen (Douglass et al., 2023) oder aggregieren Ergebnisse auf europäischer und globaler Ebene (Goorney et al., 2026).

Damit Hochschulen und andere Bildungsanbieter passende (Weiter-)Bildungsformate gestalten können, die Anwerbung von (internationalen) Fachkräften effizient koordiniert und eine passgenaue QT-Fachkräftepolitik formuliert werden können, bedarf es jedoch einer fundierten Grundlage. Diese sollte sowohl den Bedarf an QT-Fachkräften, die spezifischen Qualifikationsanforderungen als auch das bestehende Aus- und Weiterbildungsangebot beschreiben. Das Projekt *QUANTiFaID* setzt genau hier an und leistet so einen Beitrag zur Stärkung der wichtigen Zukunftstechnologie Quantentechnologie in Deutschland und Europa, indem es eine fundierte Datenbasis für die Koordinierung, bedarfsgerechte Qualitätsverbesserung und Effizienzsteigerung der Fachkräfteausbildung schafft.

Der vorliegende Zwischenbericht stellt die Ergebnisse der ersten Arbeitsphase des Projektes dar.

Projektziel

Ziel des Projekts ist es einerseits, zu ermitteln, welche Kompetenzen in Industrie, Forschungsinstituten und Hochschulen besonders nachgefragt sind. Dabei sollen sowohl die Anforderungen an die akademische Ausbildung als auch an die berufliche Weiterbildung berücksichtigt werden.

Ergänzend wird das bestehende Studienangebot in Deutschland hinsichtlich seiner Anschlussfähigkeit für Quantentechnologie und der Passung zu den gesuchten Kompetenzprofilen analysiert.

Leitfragen der Studie

- Welche Kompetenzen sollten Beschäftigte aus Sicht von Industrie, Hochschulen und Forschungsinstituten mitbringen?
- In welchen quantitativen Größenordnungen werden diese nachgefragt?
- Welche Studienangebote vermitteln die benötigten Kompetenzen?
- Wie gut ist die Passung zur erwarteten Nachfrage?
- Welche Handlungsperspektiven lassen sich daraus insbesondere für Politik, aber auch für Hochschulen und weitere Bildungsanbieter ableiten?

[1] Für diese Studie gilt als definierendes Merkmal für Quantentechnologien der zweiten Generation die gezielte Manipulation einzelner oder weniger Quantenobjekte. Im Gegensatz dazu nutzen Quantentechnologien der ersten Generation Quanteneffekte lediglich indirekt.

Projektphasen
QUANTiFaID ist ein gemeinsames Projekt des Stifterverbands und der SV Wissenschaftsstatistik und wird durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt gefördert. Es ist in zwei Phasen aufgeteilt.

In der ersten Projektphase (Januar 2025 bis Mitte 2026) wurde zunächst der Bedarf an QT-Fachkräften und notwendigen Qualifikationen in Unternehmen, Hochschulen und Forschungsinstituten sektorspezifisch ermittelt. Etablierte Befragungen konnten während dieser Phase genutzt werden, indem sie um QT-spezifische Fragestellungen ergänzt oder als Datenbasis für Sonderauswertungen genutzt wurden. Teilweise wurden gesonderte Erhebungen durchgeführt. Parallel zu den quantitativen Erhebungen wurden qualitative Interviews geführt. Der Fokus der Interviews lag insbesondere auf der Arbeitsorganisation von Quantentechnologieprojekten, einzelnen Rollen in solchen Projekten und den hierfür konkret nachgefragten Qualifikationsprofilen. Zusätzlich dienten die Interviews der Begriffs- und Konzeptschärfung. Ergänzend wurde das quantentechnologiebezogene Studienangebot in Deutschland analysiert und mit dem erhobenen Fachkräftebedarf in Bezug gesetzt.

In der anschließenden Projektphase (bis Ende 2027) werden die Erkenntnisse und Erfahrungen der ersten Phase genutzt, um die Methodik weiterzuentwickeln. Ziel ist eine höhere Vergleichbarkeit der Sektoren sowie eine tiefere Durchdringung im Rahmen einer sektorenübergreifenden Befragung, um verlässlichere Ergebnisse zu erreichen, insbesondere mit Blick auf die quantitative Bedeutung von QT-spezifischen Qualifikationsprofilen.

Überblick über den Zwischenbericht
Die Zwischenergebnisse des Projektes sind entlang der Bedarfs- und Angebotsdimensionen aufbereitet. Im ersten Abschnitt wird zunächst die Bedarfsperspektive anhand der Ergebnisse aus drei quantitativen Erhebungen präsentiert: Eine Sonderauswertung der Erhebung zu Forschung und Entwicklung sowie Befragungen der Hochschulleitungen und außeruniversitärer Forschungsinstitute. Es schließt sich eine Auswertung der qualitativen Interviews zur Bedarfssituation an.

Es folgt die Darstellung des universitären Bildungsangebots mittels einer Analyse der Vorlesungsverzeichnisse sowie einer Auswahl von angebotsspezifischen Fragen aus der Hochschulbefragung. Beide Kapitel schließen jeweils mit einem Zwischenfazit ab. Auch wird die jeweilige Methodik der einzelnen Untersuchungen zu Beginn der Abschnitte erläutert. Den Abschluss des Berichts bildet eine Gesamtbetrachtung, aus der politische Handlungsperspektiven abgeleitet werden.

Theoretischer Hintergrund
Für dieses Projekt ist das *European Competence Framework for Quantum Technologies* (CFQT) (Greinert & Müller, 2024) ein zentraler theoretischer Baustein. Es ist die bislang fundierteste Taxonomie von QT-relevanten Kompetenzen und wurde mit dem Ziel entwickelt, die Sprache über QT-Kompetenzen auf europäischer Ebene zu harmonisieren. Durch den Bezug auf das CFQT verortet sich die vorliegende Studie in diesem europäischen Kontext.

Das CFQT schlüsselt QT-relevante Kompetenzen in acht Domänen auf, die wiederum in insgesamt 48 Subdomänen ausdifferenziert werden. Diese inhaltlich reiche Arbeit bildet insbesondere für die Analyse des universitären Bildungsangebotes eine unverzichtbare Grundlage. Neben dieser inhaltlichen Taxonomie liefert das Framework auch Qualifikationsprofile: Für spezifische Tätigkeiten und Rollen werden typische Ausprägungen in den Domänen angenommen. Während das CFQT diese Profile in erster Linie mit Blick auf Qualifikationspfade entwickelt, waren sie für die vorliegende Untersuchung ein wichtiger Ausgangspunkt, um den Fachkräftebedarf hinsichtlich seiner QT-spezifischen Kompetenzerwartungen zu betrachten. Aufgrund der inhaltlichen Tiefe musste das Framework im Verlauf dieser Studie an die Zielgruppen der jeweiligen Erhebungen angepasst und in seiner Komplexität reduziert werden.

Die Kompetenzdimensionen im European Competence Framework for Quantum Technologies

Quantenhintergrund
- 1 Konzepte und Grundlagen der Quantentechnologie
- 2 Physikalische Grundlagen

Kerntechnologien
- 3 Unterstützende Technologien und Techniken
- 4 Quantenhardware

QT-Systeme und -Anwendungen
- 5 Quantencomputing und -simulation
- 6 Quantensensorik und Bildgebungssysteme
- 7 Quantenkommunikation und -netzwerke
- 8 Valorisation

2. ANALYSE DES QUANTENTECHNOLOGIE-FACHKRÄFTEBEDARFS

2.1 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Methodik der FuE-Sonderauswertung

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Fachkräftesituation im deutschen Unternehmenssektor. Es wird unter anderem untersucht, wie die aktuelle Personalstruktur ausgestaltet ist und wie groß der tatsächliche Bedarf an qualifiziertem Personal im Bereich der Quantentechnologie ist. Um diese Fragen zu beantworten, wurde auf einen bestehenden Datensatz zur Erhebung von Forschung und Entwicklung (FuE) in der Wirtschaft 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025) zurückgegriffen. In dieser Befragung werden in zweijährigem Turnus alle Unternehmen mit nachgewiesenen oder vermuteten FuE-Aktivitäten in Deutschland mit einem standardisierten Fragebogen befragt. Kernindikatoren sind die finanziellen Mittel, die für FuE eingesetzt werden, deren Finanzierungsquellen, Auftragsforschungsaktivitäten sowie Strukturaspekte des FuE-Personals.

Für eine gezielte Auswertung der FuE-Erhebung musste zunächst die interessierende Grundgesamtheit definiert und entsprechende Unternehmen identifiziert werden. Die interessierende Grundgesamtheit sind alle Unternehmen in Deutschland, die Forschungsaktivitäten im Bereich der Quantentechnologie durchführen. Indem möglichst alle Unternehmen dieser Grundgesamtheit betrachtet werden, kann ein umfassendes Bild zur Fachkräftesituation in deutschen Unternehmen gezeichnet werden.

Um relevante Unternehmen zu identifizieren, wurden verschiedene Informationsquellen genutzt. Die wichtigste Quelle war die FuE-Erhebung selbst. Im Rahmen der Erhebung hatten die Unternehmen die Möglichkeit, Angaben zu ihren Forschungsfeldern zu machen. Hat ein Unternehmen in der FuE-Erhebung 2023 angegeben, im Forschungsfeld Quantentechnologie aktiv zu sein, wurde es zur Grundgesamtheit gezählt. Als weitere Quelle dienten Netzwerke im Bereich der Quantentechnologie. Alle Unternehmen, die im Jahr 2024 in einschlägigen Netzwerken Mitglied waren, sind ebenfalls Teil der Grundgesamtheit, da eine hinreichende Forschungsaktivität anzunehmen ist. Zusätzlich wurden Daten aus der Förderdatenbank des Bundes und der Patentdatenbank PATSTAT hinzugezogen: Unternehmen, die von 2011 bis 2025 mindestens einmal Fördergelder für quantentechnologische Forschungsprojekte erhalten haben,[2] sind ebenso Teil der Grundgesamtheit wie Unternehmen, die zwischen 2011 und 2021 mindestens ein Patent im Bereich der Quantentechnologie angemeldet haben. Auch hier kann von einer Forschungsaktivität im Bereich der Quantentechnologie ausgegangen werden.

[2] Nach manueller Prüfung sind Forschungsprojekte, die in der Förderlinie „Quantentechnologien: innovationsfördernde Rahmenbedingungen“ stattgefunden haben, aus der Grundgesamtheit ausgeschlossen worden, da diese Projekte nicht die konkrete Technologie erforschen bzw. weiterentwickeln. Alle anderen Leistungsplansystematiken wie „Quanteninformationstechnologie“ oder „Quantentechnologien: Quantensensorik und -metrologie“ sind für die Zusammenstellung der Grundgesamtheit berücksichtigt worden.

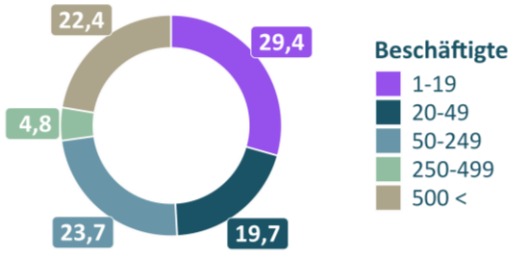
Identifikation relevanter QT-Unternehmen
Zur Identifikation relevanter Unternehmen mit Forschungsaktivität im Bereich der Quantentechnologie sind vier Informationsquellen (hierarchisch) genutzt worden:

- Forschungsfeld Quantentechnologie (Selbstauskunft in FuE-Erhebung 2023)
- Mitgliedschaft in Netzwerken zu Quantentechnologie (2024)
- Fördergelder erhalten (2011-2025)
- Patent angemeldet (2011-2021)

Insgesamt konnte eine Grundgesamtheit von 243 Unternehmen mit Bezug zu Quantentechnologie in Deutschland identifiziert werden. Im FuE-Datensatz befinden sich die Daten von 228 Unternehmen der definierten Grundgesamtheit. Der Datensatz deckt damit 93,8 Prozent der identifizierten Grundgesamtheit ab und die nachfolgende Analyse kann in großen Teilen als repräsentativ für alle QT-Unternehmen in Deutschland betrachtet werden. Variablenspezifische Antwortausfälle müssen bei der Interpretation der Ergebnisse jedoch berücksichtigt werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der vertiefenden statistischen Analyse vorgestellt.

Unternehmensgröße
QT-Unternehmen in Deutschland sind mit Blick auf die Unternehmensgröße sehr divers (Abbildung 1). Den größten Anteil bilden Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten (29,4 Prozent). Große Unternehmen mit 500 oder mehr Beschäftigten machen 22,4 Prozent der Stichprobe aus – unter allen anderen FuE-Unternehmen ist dieser Anteil mit 7,8 Prozent deutlich geringer. Insgesamt zeigt sich eine ausgewogene Verteilung über die verschiedenen Unternehmensgrößenklassen hinweg. Unternehmen unterschiedlicher Größe engagieren sich in der Forschung zu Quantentechnologie; dies deutet auf eine Koexistenz junger, spezialisierter Akteure (insbesondere Start-ups) und etablierter Unternehmen mit substanziellen Ressourcen hin.

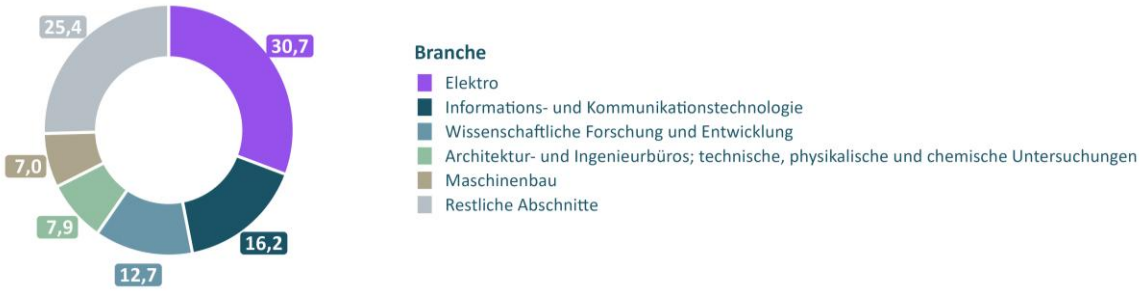
Abbildung 1: QT-Unternehmen nach Unternehmensgröße
in Prozent, N = 228



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Branche
Abbildung 2 zeigt die Verteilung der QT-Unternehmen nach Kernbranchen. Mit etwa einem Drittel aller Unternehmen (30,7 Prozent) ist die Elektrotechnologie am stärksten vertreten. Weitere Branchen sind mit einigem Abstand die Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) mit 16,2 Prozent, während Unternehmen aus wissenschaftlicher Forschung und Entwicklung einen Anteil von 12,7 Prozent aufweisen. Insgesamt zeigt sich eine heterogene Branchenstruktur der QT-Unternehmen, mit Schwerpunkten in technologie- und forschungsnahen Wirtschaftszweigen.

Abbildung 2: QT-Unternehmen nach Wirtschaftszweigklassifikation
in Prozent, N = 228



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Forschungsintensität

Ein Vergleich zwischen QT-Unternehmen und allen anderen FuE-Unternehmen in Bezug auf die Forschungsintensität zeigt deutliche Unterschiede (Abbildung 3). Während von den QT-Unternehmen 43,4 Prozent zu den Spitzentechnologieunternehmen zählen, sind es bei den anderen forschungs- und entwicklungsaktiven Unternehmen nur 16,5 Prozent. QT-Unternehmen sind also wesentlich stärker in spitzentechnologischen Segmenten konzentriert und zeichnen sich durch eine überdurchschnittlich hohe Forschungsintensität aus.

Abbildung 3: QT-Unternehmen und andere FuE-Unternehmen nach Forschungsintensität
in Prozent, $N_{Quanten}$ = 228, N_{andere} = 21.717

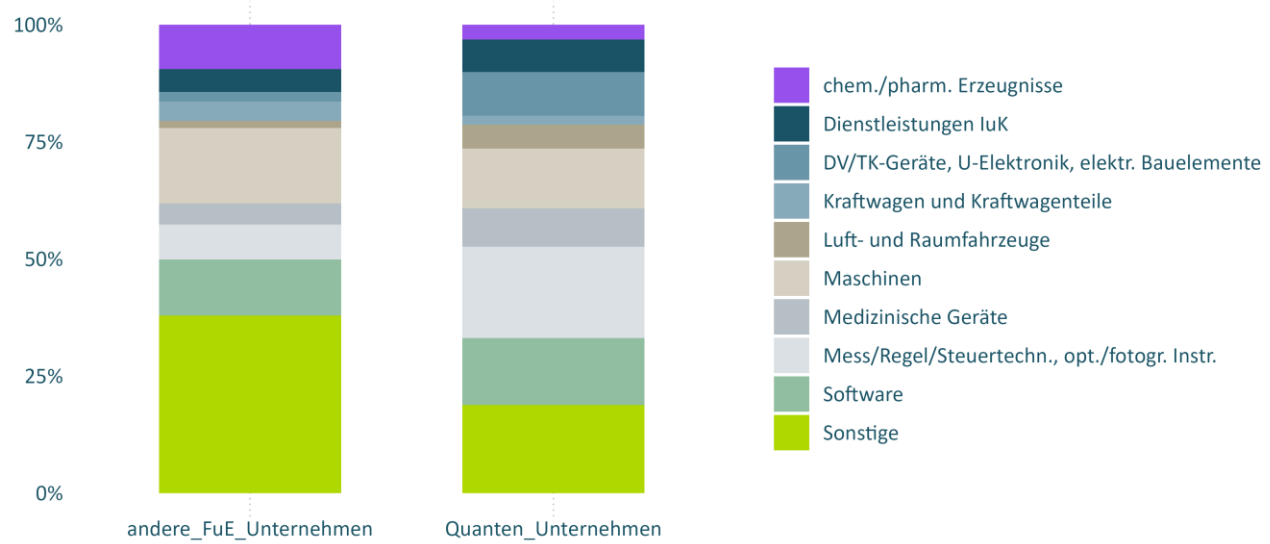


Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Produktgruppen

In Bezug auf die Produktgruppen unterscheiden sich die QT-Unternehmen von anderen FuE-Unternehmen weniger stark (Abbildung 4). In den QT-Unternehmen sind die Produktgruppen Software, Mess-, Regel- und Steuerungstechnik, Elektronik sowie IuK-Dienstleistungen stärker ausgeprägt als bei anderen FuE-Unternehmen. Dagegen weisen andere FuE-Unternehmen stärkere FuE-Aktivitäten in den Produktgruppen chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Maschinen oder Kraftwagen und Kraftwagenteile auf. Diese Unterschiede spiegeln die spezifischen technologischen Anforderungen der Forschung im Bereich der Quantentechnologie wider, die insbesondere Kompetenzen und Vorleistungen in Bereichen wie Halbleitertechnologie, Softwareentwicklung sowie Mess-, Regel- und Steuerungstechnik erfordert.

Abbildung 4: QT-Unternehmen und andere FuE-Unternehmen nach Produktgruppen
in Prozent, $N_{Quanten}$ = 74, N_{andere} = 4.300



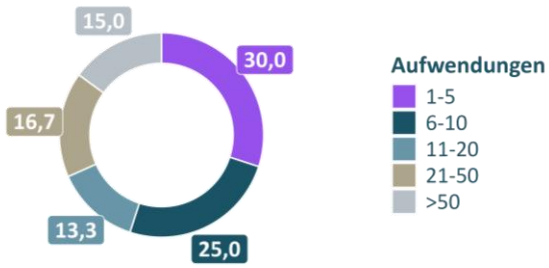
Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Aufwendungen für Forschung und Entwicklung

Unter den QT-Unternehmen sind alle Unternehmensgrößen vertreten; von sehr kleinen Unternehmen bis hin zu großen Konzernen, die in verschiedenen Technologiebereichen forschen. Aus diesem Grund ist es nicht überraschend, dass mehr als die Hälfte der teilnehmenden QT-Unternehmen angibt, nur bis zu 10 Prozent der internen FuE-Aufwendungen im Bereich der Quantentechnologie zu investieren (Abbildung 5). Die Anteile der Unternehmen, die zwischen 11 und 20 Prozent, 21 und 50 Prozent und mehr als 50 Prozent der FuE-Aufwendungen im Bereich der Quantentechnologie investieren, sind etwa gleich groß.
Insgesamt liegen die internen FuE-Aufwendungen aller QT-Unternehmen bei 18,6 Milliarden Euro. Wird der von den Unternehmen angegebene Anteil der FuE-Aufwendungen für das Technologiefeld Quantentechnologie hinzugezogen, wurden im Jahr 2023 zwischen 1,9 und 3,7 Milliarden Euro für den Bereich Quantentechnologie aufgewendet.[3] Dabei umfasst die Schätzung sowohl Quantenkerntechnologien als auch darüberhinausgehende, quantenrelevante Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Mit 56,8 Prozent gibt mehr als die Hälfte der Unternehmen an, dass die FuE-Aufwendungen in Zukunft weiter steigen werden, etwa ein Drittel der Unternehmen geht von einer Kürzung der FuE-Aufwendungen aus.

Abbildung 5: Anteil der internen FuE-Aufwendungen für das Technologiefeld Quantentechnologie
in Prozent, N = 75



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

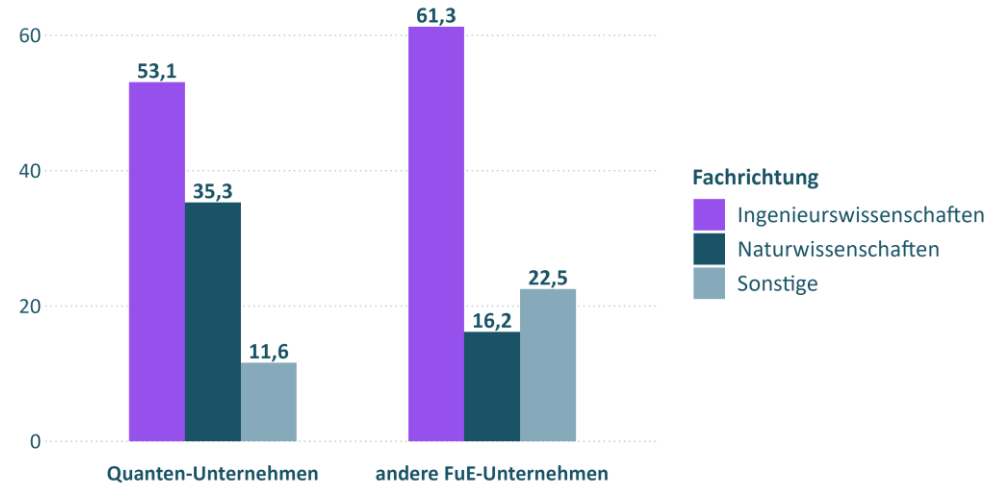
[3] Eine zentrale Herausforderung in der Sonderauswertung der FuE-Daten ergab sich aus der Freiwilligkeit der FuE-Erhebung. Dadurch sind zahlreiche interessierende Variablen nicht von allen Unternehmen ausgefüllt worden, häufig hat nur etwa ein Drittel der Unternehmen die Fragen beantwortet. Um eine möglichst realistische Schätzung für die fehlenden Daten zu erhalten, sind diese branchenspezifisch geschätzt worden – trotzdem sind bei der Interpretation der Daten gewisse Unsicherheiten zu berücksichtigen.

Fachprofile des FuE-Personals

Abbildung 6 zeigt die Verteilung des FuE-Personals nach Fachrichtungen. Insgesamt weisen die Beschäftigten im Bereich FuE am häufigsten einen ingenieurwissenschaftlichen Hintergrund auf, sowohl in QT-Unternehmen als auch in anderen FuE-Unternehmen. Das FuE-Personal der QT-Unternehmen zeigt darüber hinaus eine stärker naturwissenschaftlich geprägte Ausrichtung. Zwar dominiert auch hier der Bereich Ingenieurwissenschaften mit 53,1 Prozent, aber der Anteil der Naturwissenschaften ist mit 35,3 Prozent deutlich höher ausgeprägt als in anderen FuE-Unternehmen. Sonstige Fachrichtungen sind bei QT-Unternehmen mit 11,6 Prozent vergleichsweise schwach vertreten. Insgesamt deutet dies auf eine stärkere Einbindung grundlagen- und naturwissenschaftlicher Kompetenzen in QT-Unternehmen hin.

Abbildung 6: Fachrichtungen des FuE-Personals in QT-Unternehmen und anderen FuE-Unternehmen

in Prozent, $N_{Quanten}$ = 75, N_{andere} = 3997



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Qualifikationen des FuE-Personals

In Bezug auf die Qualifikationen (höchster Hochschulabschluss) des FuE-Personals unterscheiden sich QT-Unternehmen weniger stark von anderen forschungs- und entwicklungsaktiven Unternehmen. Den größten Anteil bilden jeweils Beschäftigte mit einem Master-, Diplom- oder Magisterabschluss mit knapp der Hälfte des FuE-Personals. Jeweils etwa 15 Prozent der Beschäftigten verfügen über einen Bachelorabschluss. Unterschiede zwischen den Unternehmen bestehen in Bezug auf sehr hohe beziehungsweise fehlende Qualifikation: Während Beschäftigte ohne Studienabschluss in QT-Unternehmen nur einen Anteil von 5,3 Prozent ausmachen, liegt dieser bei anderen FuE-Unternehmen bei 14,8 Prozent. Der Anteil von Promovierten beziehungsweise Habilitierten liegt jedoch mit 26 Prozent deutlich über dem der übrigen FuE-Unternehmen. Insgesamt unterstreicht die Verteilung die hohe formale Qualifikation des FuE-Personals in QT-Unternehmen.

Abbildung 7: Qualifikation des FuE-Personals in QT-Unternehmen und anderen FuE-Unternehmen

in Prozent, $N_{Quanten}$ = 70, N_{andere} = 4.187



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Staatsangehörigkeit des FuE-Personals
In QT-Unternehmen ist das FuE-Personal internationaler aufgestellt (Abbildung 8) als in anderen FuE-Unternehmen. Etwa ein Viertel des FuE-Personals kommt aus dem EU-Ausland oder Drittstaaten. Deutsche Staatsangehörige stellen mit 77,8 Prozent zwar die deutliche Mehrheit – in anderen forschungs- und entwicklungsaktiven Unternehmen ist ihr Anteil mit über 90 Prozent jedoch noch deutlich höher. Hier kommen nur knapp 10 Prozent des FuE-Personals aus anderen Staaten. Insgesamt deutet dies auf eine ausgeprägtere internationale Rekrutierung des FuE-Personals in QT-Unternehmen hin.

Abbildung 8: Staatsangehörigkeit des FuE-Personals in QT-Unternehmen und anderen FuE-Unternehmen
in Prozent, $N_{Quanten}$ = 68, N_{andere} = 4211



Quelle: Sonderauswertung der FuE-Erhebung 2023 (SV Wissenschaftsstatistik, 2025), eigene Berechnungen.

Personalbedarf
Die Entwicklung des FuE-Personals zeigt, dass QT-Unternehmen stärker expandieren als andere forschungsaktive Unternehmen. Rund zwei Drittel der QT-Unternehmen berichten von geplanten Neueinstellungen, während Personalabbau kaum eine Rolle spielt (2,7 Prozent). Bei etwa 35 Prozent bleibt der Personalbestand unverändert. Demgegenüber fällt die Personaldynamik bei anderen FuE-Unternehmen moderater aus: Hier planen 43 Prozent der Unternehmen Neueinstellungen, während in mehr als der Hälfte der Unternehmen keine Veränderungen im FuE-Personalbestand geplant sind. Trotz des vergleichsweise starken Personalaufbaus geben knapp 79 Prozent der QT-Unternehmen an, dass ihr Bedarf an FuE-Personal gedeckt werden kann; nur rund 21 Prozent erwarten Engpässe.
Insgesamt zeigt sich, dass die geplanten Neueinstellungen beim FuE-Personal in QT-Unternehmen bislang nicht mit einem überdurchschnittlichen Fachkräftemangel einhergehen.

Ein möglicher Erklärungsansatz liegt in der internationaleren Zusammensetzung und der stärker ausgeprägten internationalen Rekrutierung des FuE-Personals in QT-Unternehmen. Der vergleichsweise hohe Anteil von Beschäftigten aus anderen EU-Staaten sowie aus Drittstaaten deutet darauf hin, dass QT-Unternehmen stärker auf internationale Arbeitsmärkte zurückgreifen und auf diese Weise wachsende Personalbedarfe kompensieren können.

2.2 Ergebnisse der Hochschulbefragung

Zielsetzung und Rolle der Hochschulen im QT-Bereich
Die quantitative Befragung der Hochschulen verfolgt das Ziel, eine erste Übersicht über Fachkräfteeinsatz und Fachkräftebedarf an deutschen Hochschulen im Bereich Quantentechnologie zu erstellen. Hochschulen sind für dieses Technologiefeld in mehrfacher Hinsicht zentral: Sie bilden die nächste Generation von Fachkräften aus, tragen mit Forschungsgruppen und Professuren zur wissenschaftlichen Weiterentwicklung des Feldes bei und verbinden Grundlagenforschung, Transfer und akademische Qualifizierung. Gerade weil Quantentechnologien weiterhin durch technologische Unsicherheit, lange Entwicklungszyklen und einen hohen Anteil öffentlich finanzierter Forschung geprägt sind, ist die Perspektive der Hochschulen für die Planung von Bildungs- und Fördermaßnahmen besonders relevant. Zudem ist anzunehmen, dass Hochschulen einen erheblichen Anteil der QT-Fachkräfte beschäftigen.

Für die Datenerhebung wurde die unter den Hochschulleitungen etablierte Erhebung *Hochschul-Barometer* des Stifterverbands und der Heinz-Nixdorf-Stiftung genutzt. Im Rahmen des *Hochschul-Barometers* werden Hochschulleitungen regelmäßig zu strategischen, finanziellen und personellen Themen befragt. Für die vorliegende Studie wurden zusätzliche Fragen zu Personal- und Qualifikationsbedarfen, Rekrutierungsschwierigkeiten, Qualifizierungsangeboten und Kooperationsformaten integriert. Mittels Pretest unter ausgewählten Hochschulen wurden die Fragen weiter präzisiert. Dabei wurde auch getestet, inwiefern das *European Competence Framework for Quantum Technologies* (CFQT) für die Erhebung der Bedarfe an den Hochschulen anwendbar ist. In der Anwendung zeigte sich, dass die Einschätzung der Bedarfe auf Basis des Frameworks zu komplex war. Daher wurde für die Vollerhebung auf etablierte Karrierestufen an den Hochschulen zurückgegriffen (siehe Abbildung 10). Für die Befragung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen wurde ähnlich verfahren.

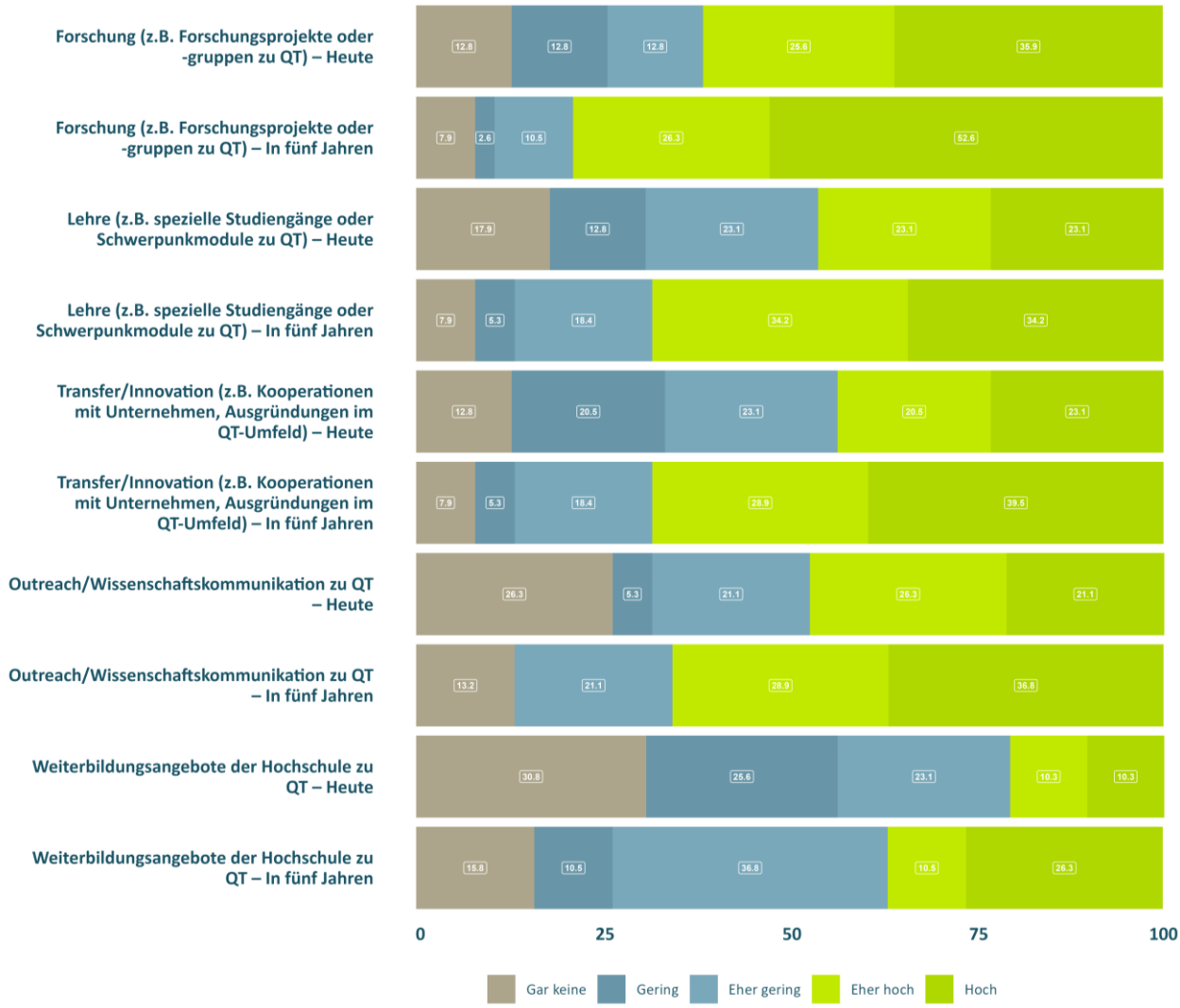
Rücklauf und Datenbasis

Für den gesamten Fragebogen des Hochschul-Barometers liegen 125 Antworten vor, was einer Rücklaufquote von 32,2 Prozent aller 388 angeschriebenen Hochschulen entspricht. Den spezifischen QT-Teil beantworteten 42 Hochschulen, nachdem sie in einer Filterfrage angegeben hatten, dass QT für ihre Hochschule relevant sei. Damit liegt eine Datengrundlage vor, die für eine erste Orientierung über strategische Relevanz, Personaleinsatz und Bedarfslagen geeignet ist, zugleich aber vorsichtig und mit Blick auf Antwortausfälle interpretiert werden sollte. Die unten ausgewiesenen Prozentangaben beziehen sich daher immer nur auf diese 42 Hochschulen und nicht auf alle Hochschulen in Deutschland. Davon sind 22 Universitäten, die verbliebenen 20 sind Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW).

Strategische Relevanz von Quantentechnologie

Die aktuelle strategische Relevanz von Quantentechnologie ist an Hochschulen vor allem in der Forschung ausgeprägt (Abbildung 9). 61,5 Prozent der Hochschulleitungen bewerten QT dort als „hoch“ oder „eher hoch“. Auch Lehre, Transfer und Wissenschaftskommunikation werden von einem erheblichen Anteil als strategisch relevant eingestuft. Deutlich seltener gilt dies für Weiterbildungsangebote. Die Ergebnisse zeigen damit ein Feld, das an Hochschulen derzeit stark forschungsgetrieben ist, aber bereits in mehrere Funktionsbereiche hineinwirkt.

Abbildung 9: Strategische Relevanz von QT an Hochschulen heute und in fünf Jahren
Nach Aktivitätsfeldern der Hochschulen; in Prozent

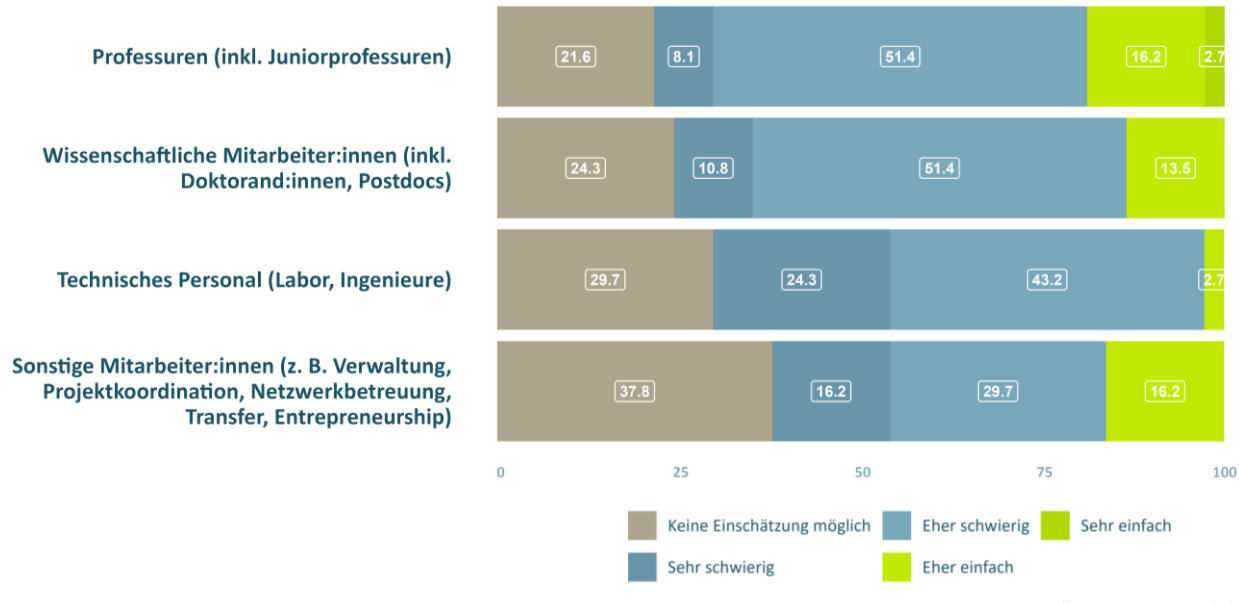


In fünf Jahren erwarten die Hochschulen hingegen einen deutlichen Bedeutungszuwachs von QT in allen Aktivitätsfeldern der Hochschulen. Besonders stark bleibt die Forschung, in der 78,9 Prozent eine hohe oder eher hohe Relevanz erwarten. Auch Lehre sowie Transfer und Innovation erreichen jeweils 68,4 Prozent, Outreach und Wissenschaftskommunikation 65,7 Prozent. Damit wird QT nicht nur als Forschungsthema, sondern zunehmend auch als hochschulstrategisches Querschnittsfeld sichtbar. Weiterbildung bleibt schwächer ausgeprägt, zeigt aber ebenfalls Entwicklungspotenzial.

Rekrutierungsschwierigkeiten und Maßnahmen zur Fachkräftegewinnung

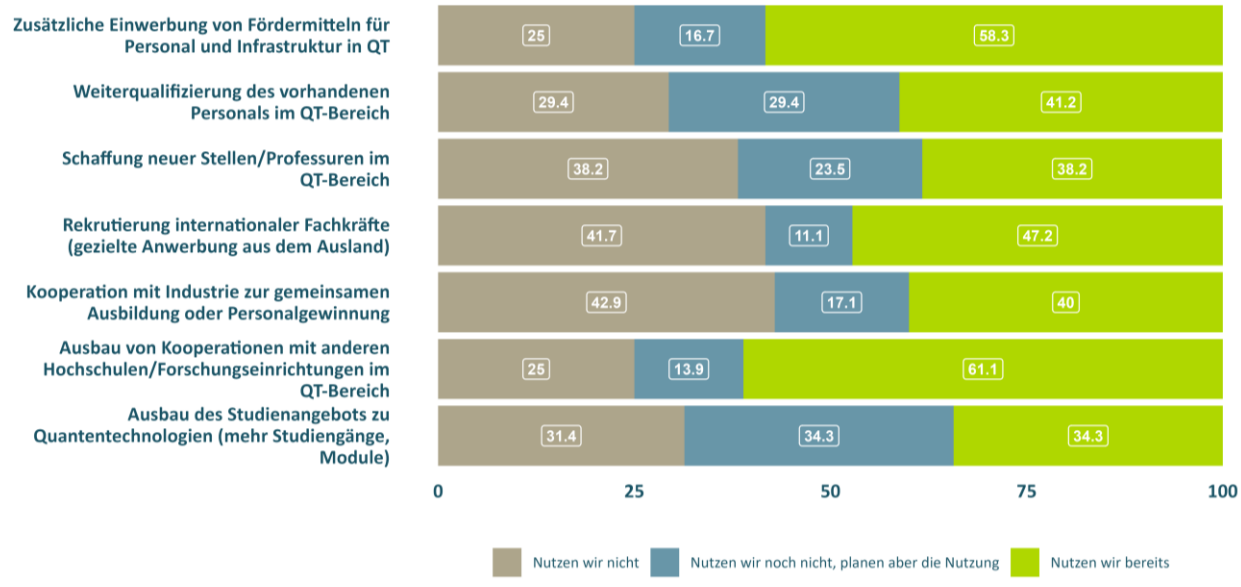
Die Gewinnung qualifizierter Fachkräfte wird an Hochschulen in allen abgefragten Beschäftigtengruppen als schwierig beschrieben. Bei wissenschaftlichem Personal bewerten 62,2 Prozent der befragten Hochschulleitungen die Rekrutierung als eher oder sehr schwierig; beim technischen Personal sind es 67,5 Prozent. Auch bei Professuren liegt der entsprechende Anteil bei 59,5 Prozent. Auffällig ist zudem, dass ein Teil der Hochschulleitungen keine Einschätzung abgeben kann, insbesondere bei sonstigem Personal. Dies kann darauf hinweisen, dass entsprechende Rollen im QT-Kontext an vielen Hochschulen noch nicht klar institutionalisiert sind. Gleichzeitig fallen Entscheidungen über derlei Einstellungen hierarchisch weit entfernt von den befragten Hochschulleitungen. Dementsprechend fällt die Bewertung der Herausforderungen auf dieser Ebene schwerer.

Abbildung 10: Schwierigkeit der Gewinnung qualifizierter Fachkräfte nach Karrierestufe
in Prozent



Zur Deckung des Fachkräftebedarfs setzen Hochschulen vor allem auf Kooperationen und zusätzliche Ressourcen (Abbildung 11). 61,1 Prozent bauen Kooperationen mit anderen Hochschulen oder Forschungseinrichtungen aus; 58,3 Prozent werben zusätzliche Fördermittel für Personal und Infrastruktur ein. Internationale Rekrutierung wird bereits von 47,2 Prozent genutzt. Weiterqualifizierung des vorhandenen Personals, Kooperationen mit der Industrie, neue Stellen beziehungsweise Professuren und der Ausbau von Studienangeboten werden ebenfalls genutzt oder geplant. Insgesamt wird erkennbar, dass Hochschulen den Fachkräftebedarf nicht nur über Neueinstellungen, sondern auch über Qualifizierung, institutionelle Kooperation und Angebotsentwicklung adressieren.

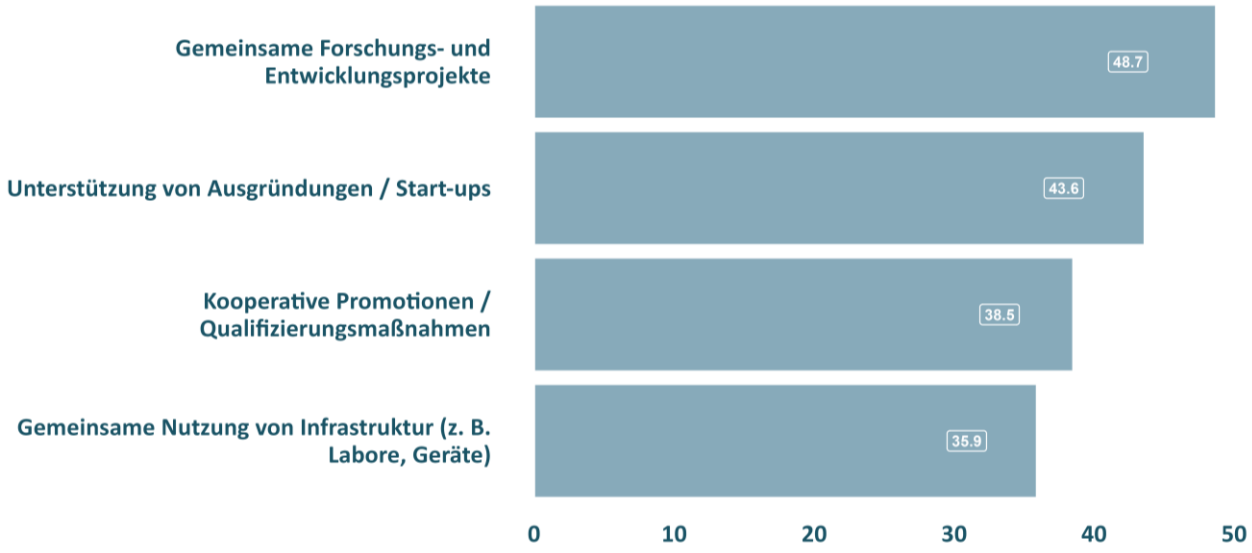
Abbildung 11: Maßnahmen zur Deckung des QT-Fachkräftebedarfs an Hochschulen
in Prozent



Während zwei von fünf Hochschulen angeben, zur gemeinsamen Ausbildung oder Personalgewinnung mit Unternehmen zusammenzuarbeiten, gibt es darüber hinaus noch weitere Kooperationsformate zwischen

Hochschulen und Unternehmen (Abbildung 12). Hier dominieren gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die von 48,7 Prozent der Hochschulen genannt werden. Die Unterstützung von Ausgründungen und Start-ups folgt mit 43,6 Prozent. Kooperative Promotionen beziehungsweise Qualifizierungsmaßnahmen werden von 38,5 Prozent, die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur von 35,9 Prozent genannt. Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen weisen damit sowohl Forschungs- und Transferbezüge als auch Formate zur Nachwuchsgewinnung und -qualifizierung auf, sind aber noch nicht flächendeckend etabliert.

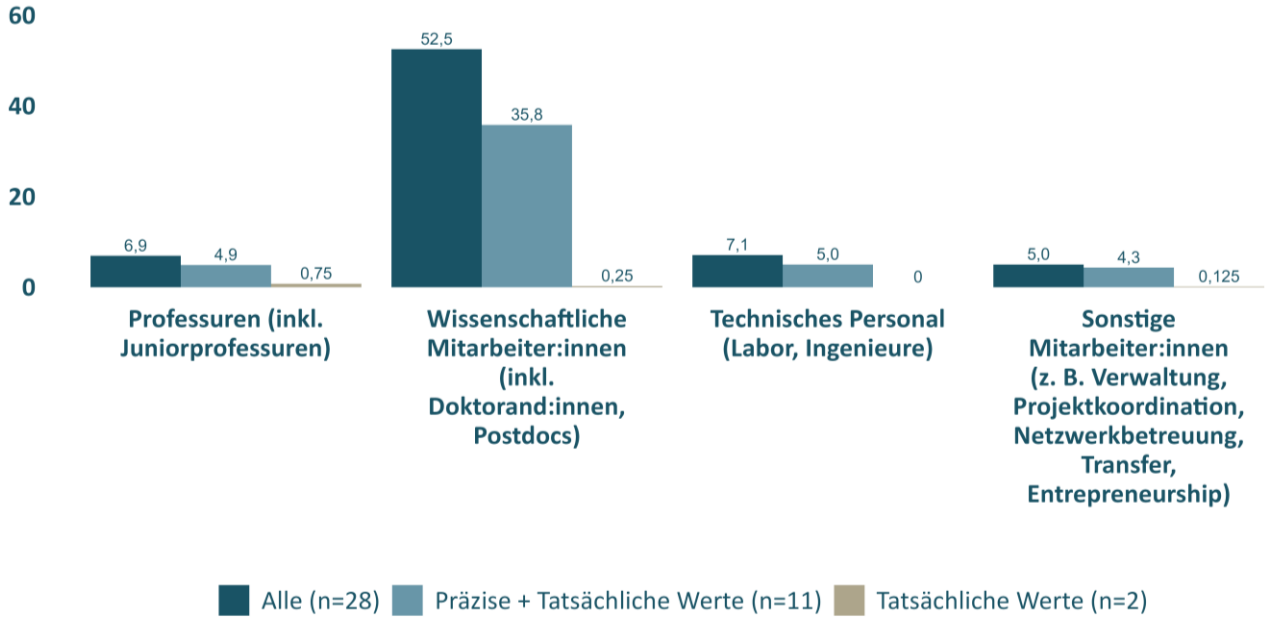
Abbildung 12: Formate der Unternehmenskooperation von Hochschulen im QT-Bereich
Mehrfachauswahl; in Prozent



Aktueller Personaleinsatz und zukünftige Bedarfe
Im Rahmen der Befragung wurde auch versucht, eine erste Abschätzung des aktuellen Bestands von QT-Fachkräften in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) und der zukünftigen Bedarfe an den Hochschulen zu erfassen. Eine präzise Schätzung beziehungsweise eine genaue Erhebung der tatsächlich vorliegenden Stellen gestaltet sich für die Hochschulleitungen jedoch zum Teil als aufwendig. Nur 10,5 Prozent der Hochschulleitungen geben an, dass sie die tatsächlichen Werte übermittelt haben, während 28,9 Prozent immerhin eine präzise Schätzung abgeben konnten. Mehr als die Hälfte der Befragten bewertet die Angabe als grobe Schätzung. Das spricht nicht gegen die Nutzung der Daten, verlangt aber eine transparente Interpretation: Die Ergebnisse liefern eine wichtige Größenordnung, sollten jedoch nicht als exakte Bestandsmessung aller Hochschulen verstanden werden.

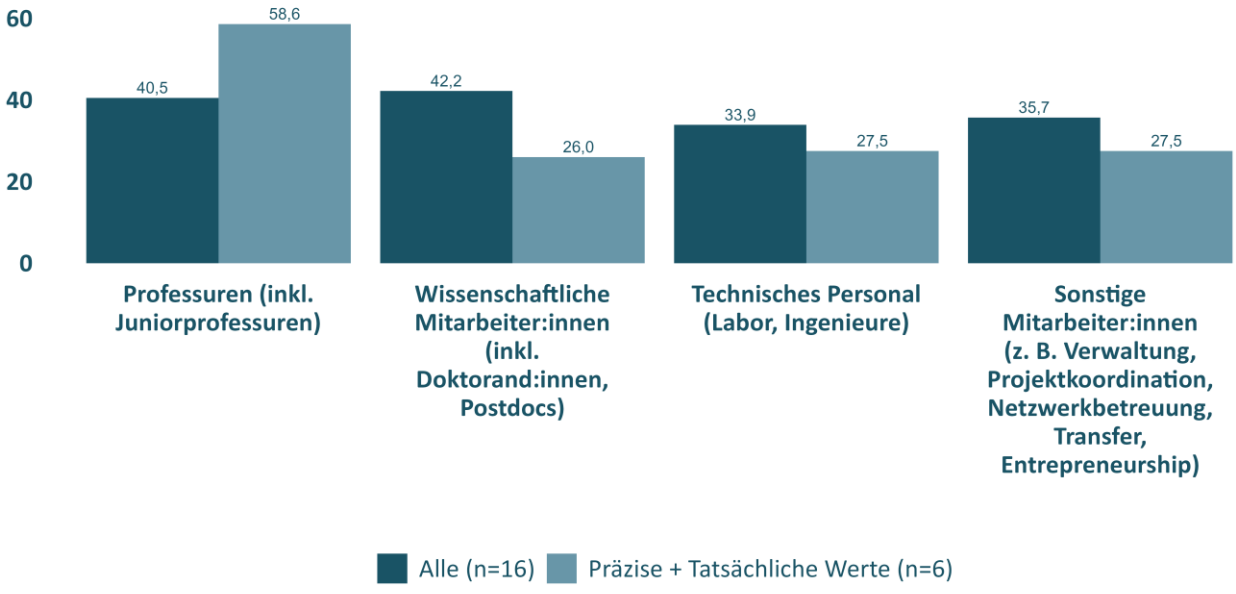
In den VZÄ-Angaben entfallen die größten Personalanteile klar auf wissenschaftliches Personal einschließlich Promovierender und Postdocs. Die Summe der Angaben liegt bei 52,5 VZÄ für wissenschaftliches Personal, 6,9 VZÄ für Professuren, 7,1 VZÄ für technisches Personal und 5,0 VZÄ für sonstige Funktionen. Auch wenn diese Werte angesichts der Schätzunsicherheit vorsichtig zu lesen sind, zeigen sie ein plausibles Muster: QT-Arbeit an Hochschulen wird in erster Linie durch wissenschaftliches Personal getragen, während Professuren und technisches Personal zentrale Stützfunktionen übernehmen. Das Verhältnis zwischen Professuren und wissenschaftlichem beziehungsweise technischem Personal deutet darauf hin, dass Quantentechnologie in Hochschulen in typischen forschungsgruppenartigen Strukturen verortet ist.

Abbildung 13: VZÄ-Werte nach Bewertung der Schätzung
in VZÄ



Für die kommenden fünf Jahre erwarten die antwortenden Hochschulen einen deutlichen Personalaufbau. Bezogen auf die aktuelle Stellenzahl werden zusätzliche Bedarfe von rund 40,5 Prozent bei Professuren, 42,2 Prozent bei wissenschaftlichem Personal, 33,9 Prozent beim technischen Personal und 35,7 Prozent bei sonstigen Funktionen angegeben. Auch in der Teilgruppe mit präzisen beziehungsweise tatsächlichen Werten bleibt der erwartete Ausbau sichtbar, insbesondere bei Professuren.

Abbildung 14: Durchschnittliche geplante zusätzliche Anpassung der Stellen in fünf Jahren
in Prozent, anteilig an der aktuellen Stellenzahl



2.3 Ergebnisse der Befragung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen

Rolle außeruniversitärer Forschungseinrichtungen im QT-Bereich
Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen nehmen im deutschen Innovationssystem eine eigenständige und für Quantentechnologie besonders wichtige Rolle ein. Sie verbinden grundlagenorientierte Forschung, anwendungsnahe Technologieentwicklung, spezialisierte Infrastrukturen und Kooperationen mit Unternehmen. Gerade in QT-nahen Forschungsfeldern sind diese Funktionen zentral, weil Fortschritte häufig von hochspezialisierten Laboren, langfristigen Forschungsprogrammen, interdisziplinären Teams und stabiler öffentlicher Förderung abhängen. Außeruniversitäre Institute können dadurch Themen vorantreiben, die für einzelne Unternehmen noch zu risikoreich und für einzelne Hochschulstrukturen zu ressourcenintensiv sind.

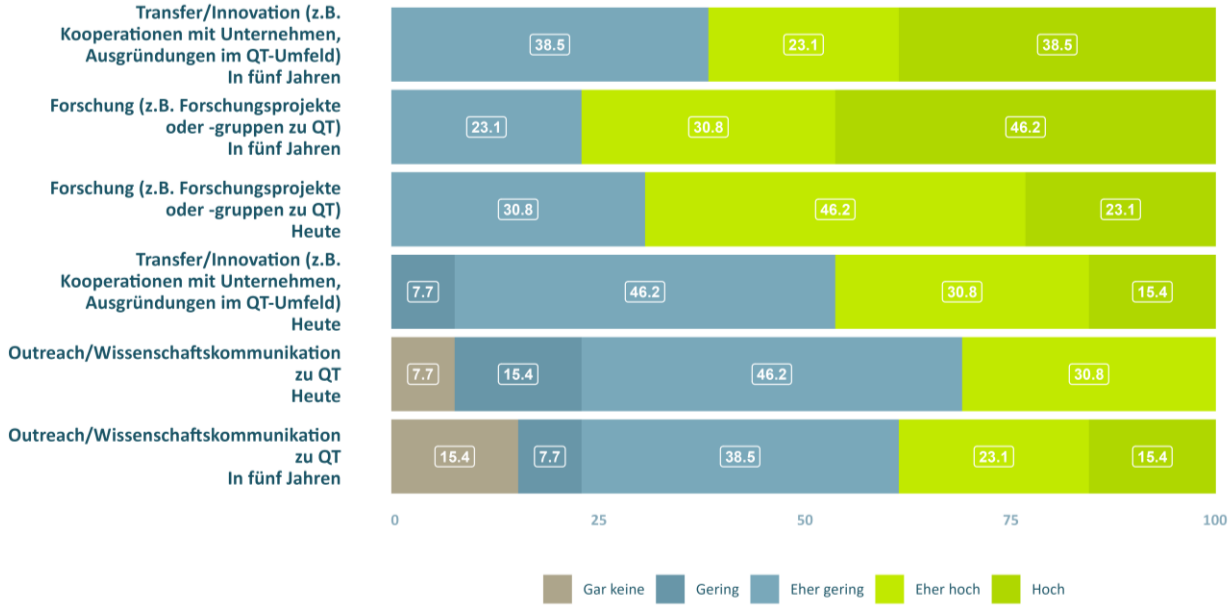
Für die Fachkräftefrage sind außeruniversitäre Forschungseinrichtungen daher aus zwei Gründen relevant. Erstens beschäftigen sie selbst hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, technisches Personal und Leitungskräfte in QT-nahen Forschungsfeldern. Zweitens wirken sie als Knotenpunkte im Forschungs- und Innovationsökosystem: Sie kooperieren mit Hochschulen und Unternehmen, stellen Infrastrukturen bereit und unterstützen Transfer in die Wirtschaft. Die Befragung der außeruniversitären Forschungsinstitute ergänzt die Hochschulperspektive daher um jene Einrichtungen, die im QT-Feld besonders stark auf Forschung, Infrastruktur und anwendungsnahe Entwicklung ausgerichtet sind.

Rücklauf und Datenbasis
Für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegen Antworten für 14 von 288 angeschriebenen Instituten vor. Damit liegt – trotz mehrerer Erinnerungsschreiben – eine Datengrundlage vor, die nur für eine grobe Orientierung über strategische Relevanz, Personaleinsatz und Bedarfslagen geeignet ist. Eine Filterfrage ermittelte, welche Institute im Bereich Quantentechnologie aktiv sind. Für die Befragung wurden die Institutsleitungen angeschrieben.

Strategische Relevanz von Quantentechnologie
An den aktiven Einrichtungen ist QT aktuell vor allem für die Forschung strategisch bedeutsam: 69,3 Prozent bewerten die Relevanz in diesem Bereich als hoch oder eher hoch. Transfer und Innovation sowie Outreach und Wissenschaftskommunikation sind demgegenüber noch weniger stark ausgeprägt. Dies deutet darauf hin, dass QT an außeruniversitären Einrichtungen gegenwärtig vor allem als Forschungs- und Entwicklungsfeld wahrgenommen wird, während breitere Transfer- und Kommunikationsfunktionen noch im Aufbau sind.

Abbildung 15: Strategische Bedeutung von QT an außeruniversitären Forschungseinrichtungen heute und in fünf Jahren

in Prozent



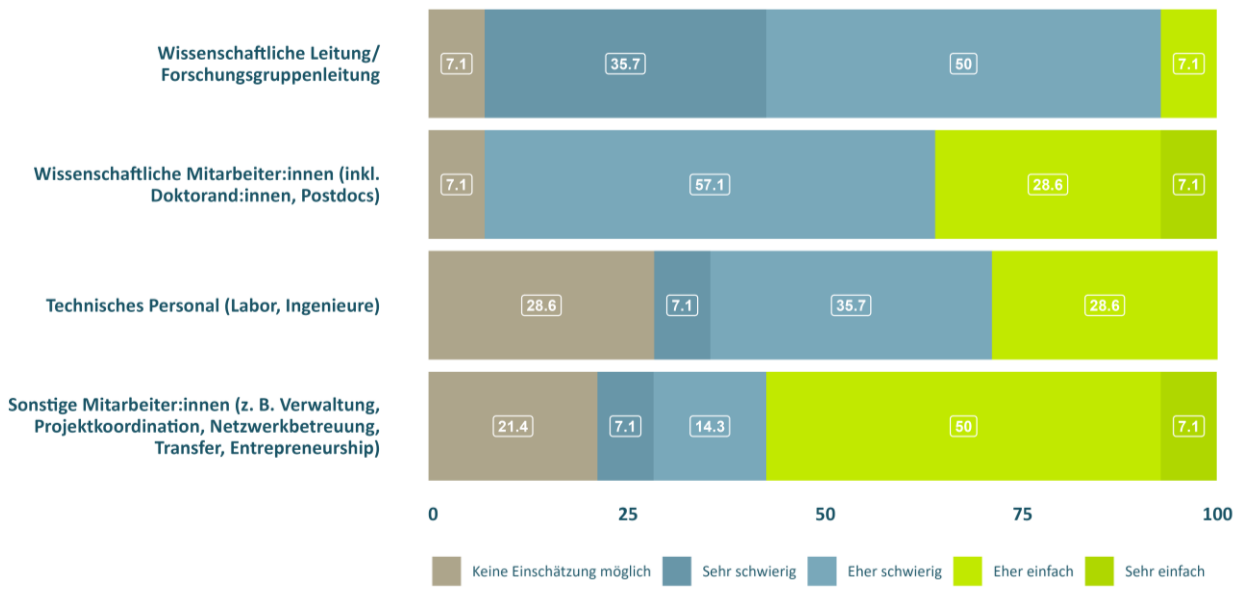
Für die kommenden fünf Jahre erwarten die Einrichtungen jedoch einen deutlichen Bedeutungszuwachs. Besonders in Forschung sowie in Transfer und Innovation nimmt die erwartete Relevanz zu. Damit könnten außeruniversitäre Forschungseinrichtungen stärker als bisher eine Brückenfunktion zwischen wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion, technologischer Anwendung und wirtschaftlicher Verwertung übernehmen. Für die Fachkräftefrage ist dies zentral, weil mit stärkerem Transfer auch andere Kompetenzprofile an Bedeutung gewinnen, etwa Projektkoordination, Engineering, Kooperation mit Unternehmen und Umgang mit geistigem Eigentum.

Rekrutierung und Fachkräfteengpässe

Die Rekrutierung qualifizierter Fachkräfte stellt auch für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen eine erhebliche Herausforderung dar. Besonders schwierig ist die Besetzung von Leitungspositionen; rund 85,7 Prozent bewerten diese als eher oder sehr schwierig. Auch wissenschaftliches Personal einschließlich Promovierender und Postdocs ist schwer zu gewinnen. Technisches Personal zeigt ein gemischteres Bild, bleibt aber aufgrund spezialisierter Labor-, Mess- und Engineeringkompetenzen für QT besonders relevant. Sonstige Rollen, etwa in Verwaltung oder Projektkoordination, erscheinen vergleichsweise leichter zu besetzen.

Abbildung 16: Schwierigkeit der Fachkräftegewinnung an außeruniversitären Forschungseinrichtungen

in Prozent

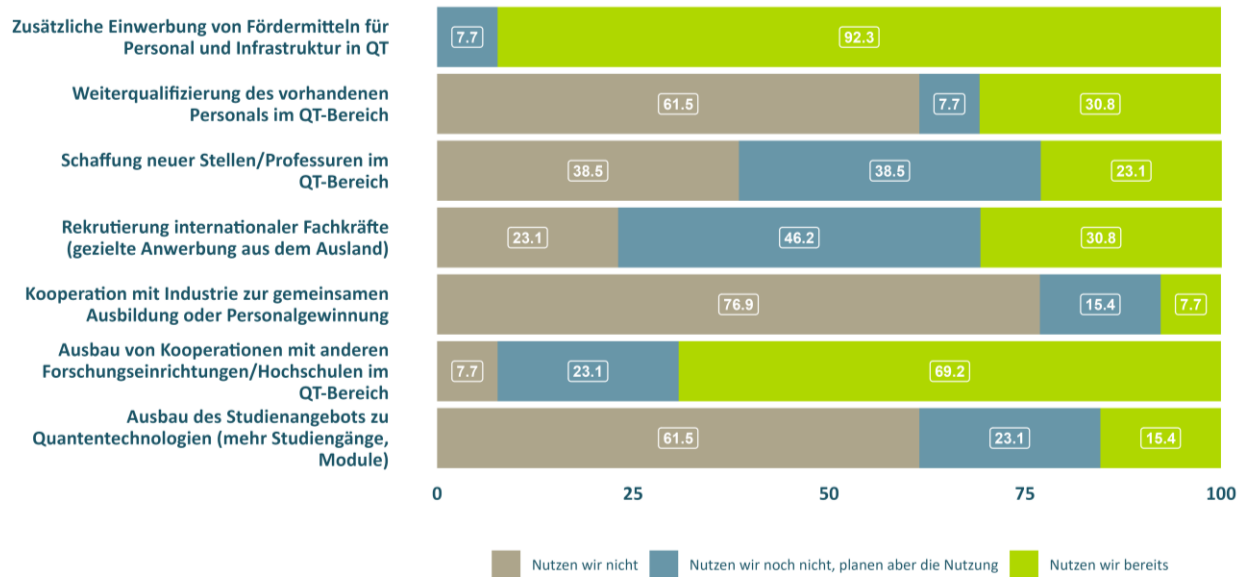


Maßnahmen, Kooperationen und geografische Rekrutierung

Zur Deckung des Fachkräftebedarfs setzen die Einrichtungen besonders stark auf zusätzliche finanzielle Ressourcen. 92,3 Prozent geben an, bereits zusätzliche Mittel einzuwerben. Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen spielen ebenfalls eine zentrale Rolle. Internationale Rekrutierung ist sowohl bereits genutzt als auch in Planung und verweist auf die hohe Spezialisierung des QT-Arbeitsmarktes. Maßnahmen wie die Weiterqualifizierung des vorhandenen Personals oder der Ausbau von Studienangeboten sind seltener umgesetzt, können aber im Zusammenspiel mit Hochschulen an Bedeutung gewinnen.

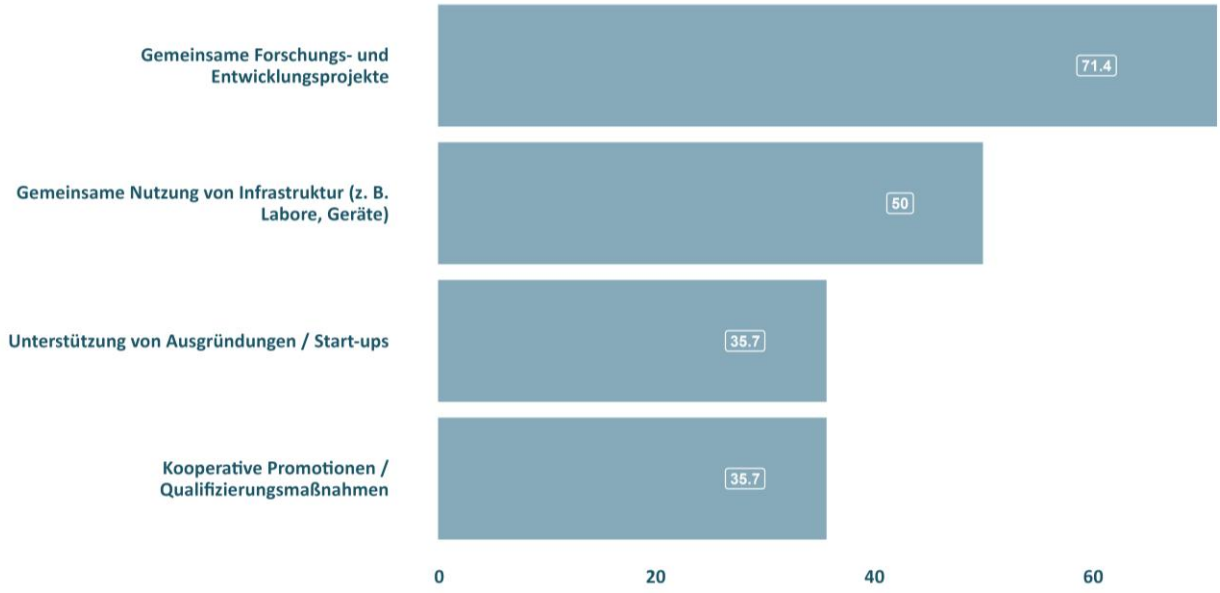
Abbildung 17: Maßnahmen zur Deckung des Fachkräftebedarfs an außeruniversitären Forschungseinrichtungen

in Prozent



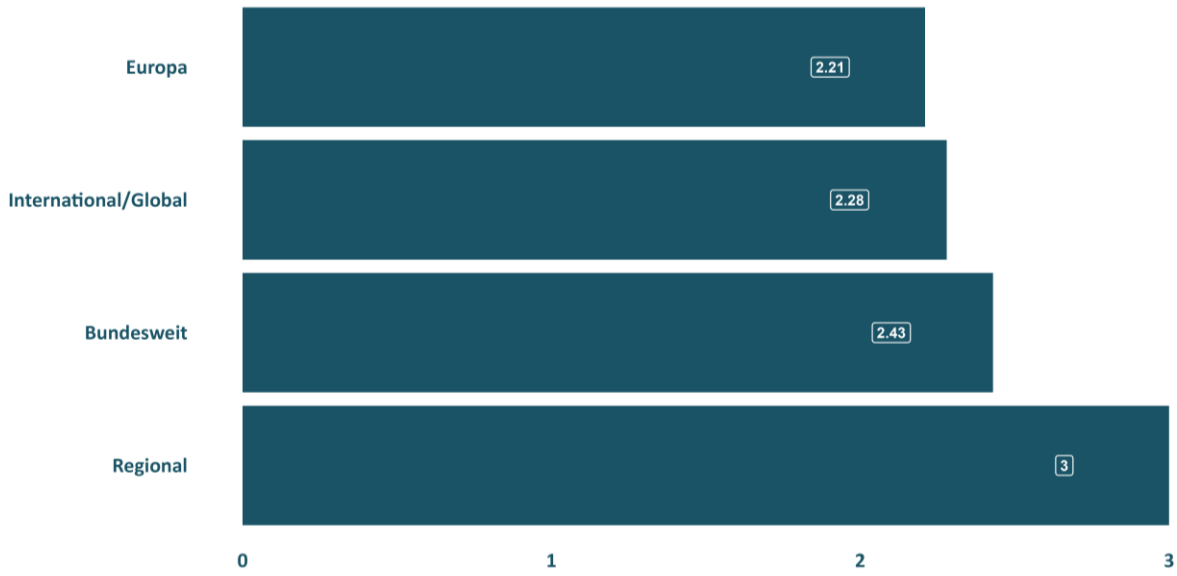
Die Kooperation mit Unternehmen ist im außeruniversitären Bereich stark forschungsorientiert (Abbildung 18). Gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte sind mit 71,4 Prozent das häufigste Kooperationsformat. Die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur wird von 50 Prozent genannt. Unterstützung von Ausgründungen beziehungsweise Start-ups sowie kooperative Promotionen oder Qualifizierungsmaßnahmen liegen jeweils bei 35,7 Prozent. Damit steht die Zusammenarbeit mit Unternehmen stärker im Zeichen von Forschung und Infrastruktur als systematischer Talentförderung.

Abbildung 18: Formate der Unternehmenskooperation an außeruniversitären Forschungseinrichtungen
in Prozent



Bei der Rekrutierung zeigt sich eine deutliche internationale Orientierung (Abbildung 19). Europa wird als wichtigster Rekrutierungsraum zur Deckung des Fachkräftebedarfs bewertet, dicht gefolgt von der internationalen beziehungsweise außereuropäischen Ebene. Der nationale Arbeitsmarkt spielt eine nachrangige Rolle, die regionale Ebene die geringste. Dies unterstreicht, dass QT-Fachkräfte aus Sicht der Einrichtungen nur begrenzt lokal oder national verfügbar sind und dass internationale Talentgewinnung ein strukturelles Element der Fachkräftestrategie darstellt.

Abbildung 19: Relevanz verschiedener geografischer Ebenen zur Deckung des QT-Fachkräftebedarfs
durchschnittlich vergebener Rangplatz (Rang 1 = wichtigste Herkunftsebene)



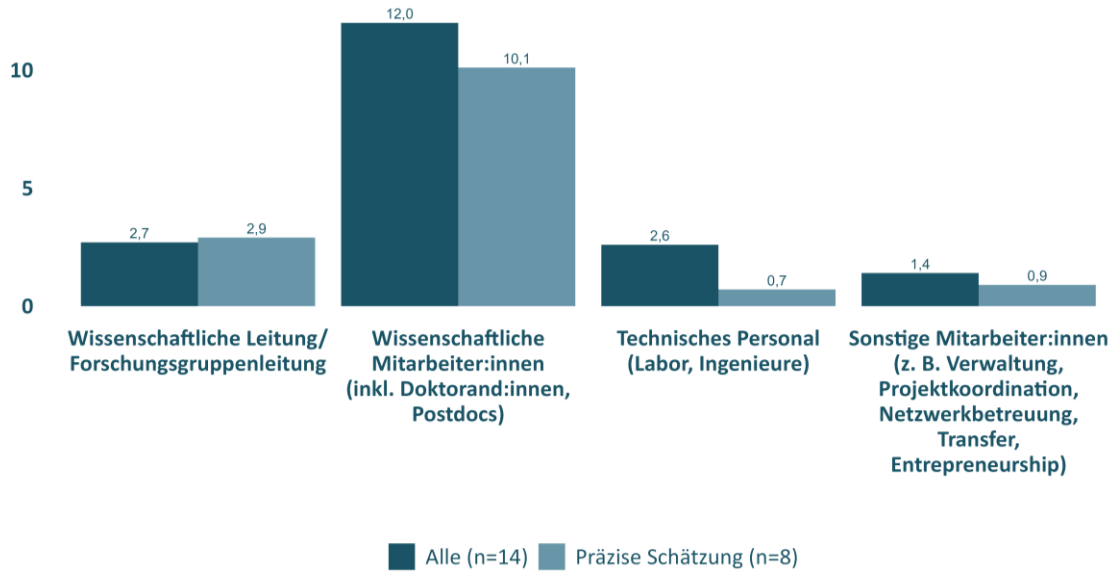
Aktueller Personaleinsatz und zukünftige Bedarfe

Die Angaben zum aktuellen Personaleinsatz fallen bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen belastbarer aus als in der Hochschulbefragung: zwei Drittel stufen ihre VZÄ-Angaben als präzise Schätzung ein, ein Drittel als grobe Schätzung. Auch hier bleiben Unsicherheiten bestehen, doch die Daten geben eine wichtige Grundlage für eine erste quantitative Bedarfseinschätzung. Die Unterschiede zwischen Forschungseinrichtungen und Hochschulen lassen sich möglicherweise vor allem auf die unterschiedliche Größe der Einrichtungen zurückführen.

Die Angaben zum aktuellen Personaleinsatz zeigen, dass die meisten Stellen im Bereich der QT-Aktivitäten der außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf wissenschaftliches Personal entfallen (Abbildung 20). Durchschnittlich sind dies 12,0 VZÄ auf wissenschaftliches Personal einschließlich Promovierender und Postdocs. Für wissenschaftliche Leitungsfunktionen werden 2,7 VZÄ, für technisches Personal 2,6 VZÄ und für sonstige Funktionen 1,4 VZÄ ausgewiesen. In der Teilgruppe mit präzisen Schätzungen liegen die Werte mit Ausnahme der Leitungsfunktionen überwiegend niedriger. Aufgrund der geringen Fallzahlen – 14 Einrichtungen insgesamt und acht mit präzisen Schätzungen – sind die Ergebnisse vorsichtig zu interpretieren.

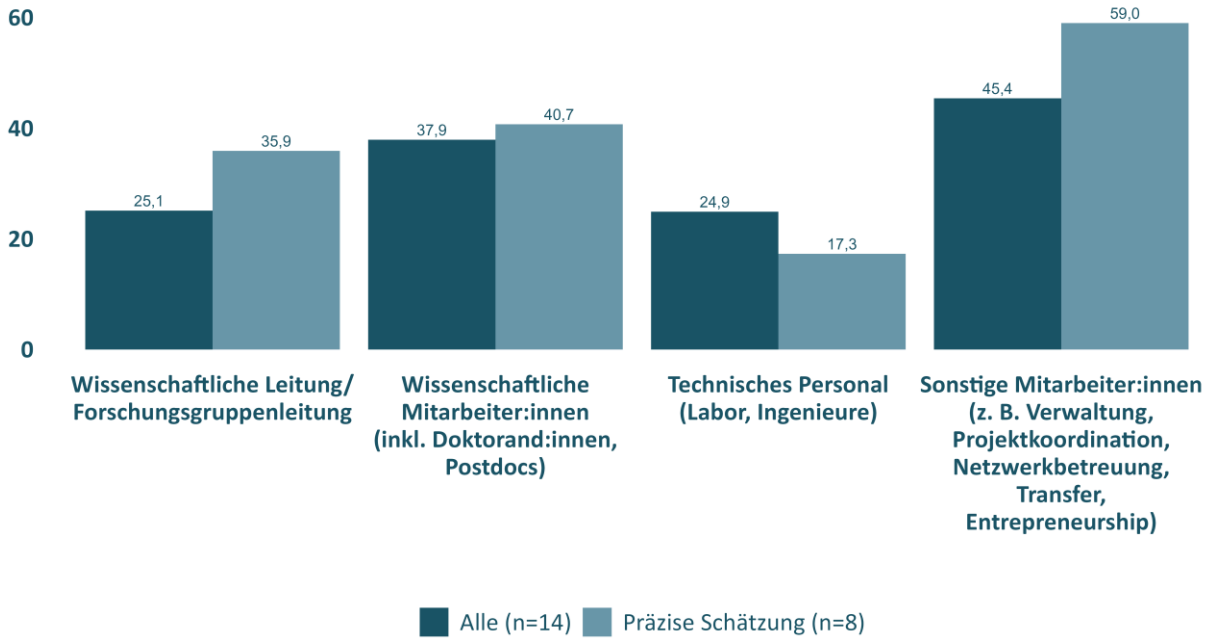
Abbildung 20: VZÄ-Werte nach Bewertung der Schätzung

in VZÄ



Für die kommenden fünf Jahre erwarten die Einrichtungen in allen Personalgruppen einen Stellenaufbau (Abbildung 21). Die höchsten relativen Zuwächse entfallen mit 45,4 Prozent auf sonstige Funktionen, gefolgt vom wissenschaftlichen Personal mit 37,9 Prozent. Für wissenschaftliche Leitungsfunktionen werden 25,1 Prozent und für technisches Personal 24,9 Prozent erwartet. In der Teilgruppe mit präzisen Schätzungen fällt der geplante Ausbau bei sonstigen Funktionen mit 59,0 Prozent besonders deutlich aus. Dieser hohe relative Wert ist jedoch vor dem Hintergrund des niedrigen aktuellen Personalbestands zu betrachten. Insgesamt weisen die Ergebnisse auf einen wachsenden Bedarf an wissenschaftlichen, leitungsbezogenen, technischen sowie koordinierenden und transferbezogenen Kompetenzen hin.

Abbildung 21: Durchschnittliche geplante zusätzliche Anpassung der Stellen in fünf Jahren
in Prozent, anteilig an der aktuellen Stellenzahl



Der erwartete Stellenaufbau weist zwischen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ein unterschiedliches Profil auf. Die Hochschulen rechnen mit zusätzlichen Bedarfen von 40,5 Prozent bei Professuren, 42,2 Prozent beim wissenschaftlichen Personal, 33,9 Prozent beim technischen Personal und 35,7 Prozent bei sonstigen Funktionen. An den außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegen die entsprechenden Werte bei 25,1 Prozent für wissenschaftliche Leitungsfunktionen, 37,9 Prozent für wissenschaftliches Personal, 24,9 Prozent für technisches Personal und 45,4 Prozent für sonstige Funktionen. Damit erwarten die Hochschulen bei wissenschaftlichen Leitungsfunktionen, wissenschaftlichem Personal und technischem Personal einen stärkeren Ausbau, während der Zuwachs an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen vor allem bei koordinierenden, administrativen und transferbezogenen Funktionen höher ausfällt. Aufgrund unterschiedlicher Organisations- und Personalstrukturen sowie geringer Fallzahlen sind die Werte jedoch nur eingeschränkt unmittelbar vergleichbar.

2.4 Ergebnisse der leitfadengestützten Experteninterviews

Für eine umfassende Abschätzung des Fachkräftebedarfs in Wirtschaft und Wissenschaft müssen neben dem reinen Personalbedarf auch die benötigten fachlichen Kompetenzen berücksichtigt werden. Dazu ist eine Erfassung der nachgefragten Kompetenzprofile entscheidend.
Dieser Abschnitt beschäftigt sich daher mit der qualitativen Untersuchung der nachgefragten Qualifikations- und Kompetenzprofile für Quantentechnologie aus Sicht wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Akteure. Es sollen tiefere Einblicke in die Arbeitsorganisation von Quantentechnologieprojekten sowie den einzelnen Funktionen beziehungsweise Rollen in solchen Projekten gewonnen werden, um die damit einhergehenden konkret gefragten Qualifikationsprofile identifizieren zu können. Ein weiteres wesentliches Ziel ist die Sicherung eines gemeinsamen Begriffsverständnisses zur Gestaltung des sektorenübergreifenden Fragebogens. Die Experteninterviews haben damit eine wichtige Verbindungsfunktion zwischen den Projektbausteinen: Zum einen können die quantitativen Erkenntnisse aus den vorherigen quantitativen Befragungen validiert werden und es entsteht ein vertieftes Verständnis der bisherigen Ergebnisse zum Fachkräftebedarf. Zum anderen spielen die neu gewonnenen Erkenntnisse eine wesentliche Rolle in der Konzeption der geplanten sektorenübergreifenden Erhebung in der zweiten Projektphase.

Die einzelnen Teilschritte umfassten die Entwicklung des Interviewleitfadens für die Experteninterviews, die Durchführung und Dokumentation der Interviews sowie die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse und sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Vorbereitung und Durchführung der Interviews
Zentraler Ausgangspunkt bei der Entwicklung des Leitfadens war das CFQT (Greinert & Müller, 2024). Dieses Framework beschreibt systematisch, welche Kenntnisse, Fähigkeiten und überfachlichen Kompetenzen für Tätigkeiten im Bereich der Quantentechnologie erforderlich sind. Ergänzend definiert das Framework neun Rollenprofile, die unterschiedliche Qualifikationsniveaus von QT-Beschäftigten beschreiben und deren spezifische Kompetenzanforderungen strukturieren.

Aufgrund des hohen Detailgrads des Frameworks bestand ein zentraler Schritt zunächst darin, die vorhandenen Dimensionen beziehungsweise Rollen zu reduzieren, um eine gute Anwendbarkeit des CFQT im Projekt – insbesondere in der geplanten sektorenübergreifenden Erhebung – zu erreichen. Dieses reduzierte Framework ist in den Interviews validiert worden. Weiterhin wurden Fragen zum Kompetenzerwerb, zum Fachkräftebedarf sowie den Strategien zum Umgang mit Fachkräfteengpässen gestellt.

Insgesamt konnten zwölf leitfadengestützte Experteninterviews von August 2025 bis Juni 2026 geführt werden (Tabelle 1). Dabei sind 3 Interviews mit Hochschulen, 3 Interviews mit außeruniversitären Forschungsinstituten und 6 Interviews mit Unternehmen geführt worden. Bei Letzteren hat eine Berücksichtigung der Unternehmensgröße (große Unternehmen versus Start-ups) stattgefunden. Damit sind die für die Untersuchung zentralen Organisationsformen aus den Sektoren Wirtschaft und Wissenschaft in der Stichprobe vertreten.

Tabelle 1: Übersicht der Organisationstypen

Organisationstyp	Anzahl Interviews
Unternehmen (Start-up)	2
Unternehmen (Konzern)	4
Hochschule/Universität	3
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	3
Gesamt	**12**

Zentrale Erkenntnisse der leitfadengestützten Experteninterviews

Im Folgenden sollen die wichtigsten Erkenntnisse der leitfadengestützten Experteninterviews vorgestellt werden.

Rollen und Funktionen in Quantentechnologieprojekten
Um die Anforderungen an Beschäftigte in Quantentechnologieprojekten zu differenzieren, kann eine Unterscheidung in die Bereiche der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Entwicklung hilfreich sein. Nach Einschätzung der interviewten Personen stehen in der Grundlagenforschung, wie sie insbesondere im Hochschulkontext verortet ist, vor allem theoretische Physikerinnen und Physiker im Vordergrund. Ihre Tätigkeiten sind primär auf die Entwicklung und Erweiterung wissenschaftlicher Grundlagen und die Identifikation von Anwendungsfällen für QT ausgerichtet. Dies entspricht der Rolle des *QT core innovators* im *CFQT*.

Demgegenüber ist die anwendungsorientierte Entwicklung stärker in Unternehmen und industriellen Kontexten angesiedelt, wenngleich auch dort grundlagenorientierte Forschung betrieben wird. Hier sind neben Expertise in der theoretischen Physik insbesondere Kompetenzen in der Experimentalphysik gefragt (*QT engineering professional/QT specialist* im CFQT). Auch Personen mit diversen ingenieurwissenschaftlichen

Qualifikationen sind für den erfolgreichen Technologietransfer von zentraler Bedeutung (*QT practitioner* im CFQT). Insgesamt zeigt sich, dass sich die Anforderungen in der Wirtschaft stärker durch eine arbeitsteilige und heterogene Struktur auszeichnen, während im akademischen Bereich eher generalistische Forschungsprofile dominieren.

Beschäftigte mit Business-Fokus, die sich insbesondere mit strategischen und Managementfragen beschäftigen (*QT business analyst/QT strategist* im CFQT), nehmen zwar eine wichtige Rolle für das Funktionieren von QT-Unternehmen und -Organisationen ein, werden jedoch nicht dem Kernbereich der QT-Fachkräfte zugerechnet. Zum einen ist für Beschäftigte mit Business-Fokus teilweise kein spezifischer quantentechnologischer Hintergrund erforderlich, zum anderen werden diese Tätigkeiten im Kontext von Hochschulen und Start-ups häufig von den jeweiligen Gründungs- oder Leitungspersonen wahrgenommen. Im Rahmen der vorliegenden Analyse des QT-Fachkräftebedarfs werden sie daher nicht weiter vertieft betrachtet.

Insgesamt lassen sich die Profile des CFQT grob abbilden und sie sind hilfreich bei der Identifikation zentraler Rollen. Insbesondere Personen mit einem Hintergrund in der theoretischen oder Experimentalphysik sowie in den Ingenieurwissenschaften sind zentrale QT-Fachkräfte. Ein wichtiges Ergebnis der Interviews ist zudem, dass das Kernpersonal im Bereich der Quantentechnologie häufig nicht primär über spezifische QT-Kompetenzen, sondern vielmehr anhand übergeordneter Fachrichtungen und wissenschaftlicher Disziplinen definiert wird.

Kompetenzprofile und Qualifikationen

Die Interviews zeigen insgesamt, dass es kein einheitliches Qualifikationsprofil für Tätigkeiten im Bereich der Quantentechnologie gibt. Vielmehr wird die Entwicklung und Anwendung von Quantentechnologie als stark interdisziplinäres Feld verstanden, das unterschiedliche fachliche Hintergründe erfordert.

Die Beschäftigten im Bereich der Quantentechnologie lassen sich dabei hinsichtlich ihres quantenspezifischen Wissens in unterschiedliche Kompetenzprofile beziehungsweise Spezialisierungsgrade einteilen. Eine erste Gruppe bilden *Non-Quantum-Beschäftigte*. Hierzu zählen insbesondere Beschäftigte in Funktionen wie Labortechnik, Marketing oder strategischem Management. Für diese Tätigkeiten sind spezifische Quantentechnologiekenntnisse zwar teilweise hilfreich, jedoch nicht unbedingt erforderlich.

Eine zweite Gruppe umfasst sogenannte *Quantum-ready-Beschäftigte*. Zu dieser Gruppe zählen insbesondere Beschäftigte ohne klassischen Physikhintergrund wie beispielsweise Ingenieure und Naturwissenschaftler (*QT practitioner*). Zahlreiche naturwissenschaftliche Disziplinen wie Chemie oder Mineralogie sowie Mathematik spielen eine wichtige Rolle. Ebenso werden Kompetenzen aus den Ingenieurwissenschaften benötigt, insbesondere aus den Bereichen Informatik, Messtechnik und Elektrotechnik. Diese Beschäftigten sind Spezialisten in einem Fachgebiet (zum Beispiel Informatik, Elektrotechnik oder Chemie) und verfügen über ein grundlegendes Verständnis von Quantentechnologie, das beispielsweise durch einige Lehrveranstaltungen oder Praktika erworben wurde. Quantum-ready-Fachkräfte sind in der Lage, sich in quantentechnologische Themen einzuarbeiten und diese in anwendungsbezogene Kontexte einzubringen. Die Vielfalt der fachlichen Hintergründe wird von den Befragten ausdrücklich als Stärke bewertet, da unterschiedliche Perspektiven zur Lösung komplexer technologischer Herausforderungen beitragen.

Die dritte Gruppe bilden *Quantum-native-Beschäftigte*, die über ein tiefgehendes und umfassendes Verständnis der Quantentechnologie verfügen. Hierzu zählen insbesondere Absolventinnen und Absolventen aus der Physik sowie quantentechnologischer Studiengänge (*QT core innovator/QT engineering professional*). Physikerinnen und Physiker werden von den Befragten insbesondere aufgrund ihrer Fähigkeit geschätzt, komplexe Fragestellungen systematisch zu analysieren und zu lösen. Dabei werden Personen sowohl mit Hintergrund in der Experimentalphysik als auch in der theoretischen Physik als wichtige QT-Fachkräfte angesehen (vgl. Rollen und Funktionen in QT-Projekten). Diese Beschäftigten sind einerseits in der Grundlagenforschung aktiv und übernehmen andererseits Kerntätigkeiten in Forschung, Entwicklung und hochspezialisierten Anwendungsbereichen.

Kompetenzprofile von QT-Beschäftigten

- **Non-Quantum-Beschäftigte**: Beschäftigte in Bereichen wie Labortechnik oder Marketing, spezifische QT-Kenntnisse sind nicht erforderlich
- **Quantum-ready-Beschäftigte**: Beschäftigte ohne klassischen Physikhintergrund, mit ingenieurs- oder naturwissenschaftlichem Studium (fachliche Vielfalt), grundlegendes Verständnis von Quantentechnologie vorhanden, um es in anwendungsbezogene Kontexte einzubringen
- **Quantum-native-Beschäftigte**: Beschäftigte mit Physikhintergrund oder QT-Studium, tiefgehendes und umfassendes Verständnis der Quantentechnologie, Unterscheidung in experimentelle und theoretische Physikerinnen und Physiker

Alle Kompetenzprofile bilden eine wichtige Ressource für das Funktionieren von QT-Projekten.

In den Interviews wird deutlich, dass sowohl Quantum-ready- als auch Quantum-native-Beschäftigte als zentrale und nachgefragte Fachkräfte verstanden werden. Beide Kompetenzprofile leisten einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung und erfolgreichen Anwendung im Bereich der Quantentechnologie. Auch Quantum-ready-Beschäftigte übernehmen dabei wichtige Aufgaben in zentralen Tätigkeitsfeldern und sind integraler Bestandteil der Fachkräftebasis (vgl. Rollen und Funktionen in QT-Projekten). Ein ausschließlich auf Quantum-natives beschränktes Personalprofil würde den Anforderungen des Feldes –insbesondere in der Zukunft– daher nicht gerecht werden. Auch Non-Quantum-Beschäftigte bilden eine wichtige Ressource für das Funktionieren von QT-Projekten; die genaue Betrachtung der Verfügbarkeit und Ausbildung dieser Beschäftigten ist jedoch nicht Bestandteil des vorliegenden Berichts.

Neben quantentechnologiespezifischem Fachwissen werden auch verschiedene überfachliche Kompetenzen als bedeutsam angesehen. Dazu zählen insbesondere Englischkenntnisse, da Englisch in der Regel die Arbeitssprache in Forschung und Entwicklung im Bereich der Quantentechnologie darstellt, sowie Programmierkenntnisse. Außerdem betonen die Befragten die Bedeutung von intrinsischer Motivation und Interesse an Quantentechnologie, da davon ausgegangen wird, dass etwaige fehlende, jedoch erforderliche Kompetenzen im beruflichen Kontext aufgebaut werden können.
Aufgrund der internationalen Ausrichtung vieler Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und der hohen Interdisziplinarität werden zudem Offenheit und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit in internationalen Teams als wichtige Voraussetzungen betrachtet.

Kompetenzerwerb

Die Interviews verdeutlichen, dass der Erwerb relevanter Kompetenzen im Bereich der Quantentechnologie vor allem in späteren Ausbildungsphasen erfolgt. Während Bachelorstudiengänge in der Regel lediglich punktuelle Einblicke in quantentechnologische Themen vermitteln, ermöglichen Masterstudiengänge eine vertiefte Auseinandersetzung mit einzelnen Teilbereichen und gelten häufig als Mindestqualifikation. Für den Aufbau der für Forschung und Entwicklung erforderlichen Fachkompetenzen wird jedoch insbesondere im Bereich Physik die Promotionsphase als entscheidend angesehen. In den Interviews wird die Promotion übereinstimmend als zentrale Qualifizierungsphase betrachtet, in der die notwendigen wissenschaftlichen und technischen Kompetenzen erworben werden.

Darüber hinaus kommt dem Lernen im Arbeitskontext eine wichtige Rolle zu. Insbesondere technologie- und unternehmensspezifisches Wissen wird nach Einschätzung der Befragten überwiegend durch *Training on the Job* vermittelt. Die Einarbeitung in konkrete Anwendungsfelder, Prozesse und technologische Besonderheiten erfolgt demnach häufig erst im beruflichen Umfeld. Formale Weiterbildungs- und Schulungsangebote spielen dagegen bislang nur eine untergeordnete Rolle für den Erwerb quantentechnologischer Kompetenzen.

Fachkräftebedarf
Die Interviews zeigen, dass der Fachkräftebedarf im Bereich der Quantum-native-Beschäftigten derzeit überwiegend gedeckt werden kann. Selbst in größeren Unternehmen ist der Bedarf an hochspezialisierten QT-Fachkräften aktuell vergleichsweise gering. Trotzdem gibt es einige Herausforderungen bei der Stellenbesetzung. Zwar gehen auf Stellenausschreibungen im Bereich QT häufig zahlreiche Bewerbungen ein, jedoch erfüllt nur ein kleiner Teil die fachlichen Anforderungen, insbesondere bei Bewerbungen aus Nicht-EU-Staaten. Zudem können Exportkontrollvorschriften die Auswahl geeigneter Kandidatinnen und Kandidaten einschränken. Der Wettbewerb um qualifizierte Fachkräfte ist insbesondere auf der Postdoc-Ebene ausgeprägt und erschwert die Besetzung entsprechender Positionen zusätzlich.

Mit Blick auf den Bedarf an Quantum-ready-Beschäftigten ist die Lage etwas angespannter, trotzdem wird die Fachkräftesituation im Bereich der Quantentechnologie insgesamt derzeit als weitgehend unkritisch eingeschätzt. Für den Fall erfolgreicher technologischer und wirtschaftlicher Entwicklungen im QT-Sektor erwarten die Befragten einen steigenden Fachkräftebedarf, insbesondere im Bereich der Quantum-ready-Fachkräfte, die über anwendungsnahe Kompetenzen für die Integration von Quantentechnologie verfügen. Da die befragten Hochschulen bereits heute von Engpässen berichten, ausreichend Nachwuchs für MINT-Studienfächer zu gewinnen, aus denen zukünftig QT-Fachkräfte hervorgehen, ist langfristig mit zunehmenden Engpässen zu rechnen.

Strategien bei Fachkräfteengpässen
Angesichts des erwarteten steigenden Fachkräftebedarfs bei einer weiteren Marktentwicklung der Quantentechnologie gewinnen Strategien zur Rekrutierung und Bindung qualifizierter Fachkräfte zunehmend an Bedeutung. Dabei ist es aufgrund struktureller Unterschiede sinnvoll, Unternehmen getrennt von Hochschulen zu betrachten.

Die Interviews zeigen, dass Unternehmen derzeit verschiedene Strategien einsetzen, um potenziellen Fachkräfteengpässen vorzubeugen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die internationale Ausrichtung vieler Unternehmen, die sich sowohl in der gezielten internationalen Rekrutierung als auch in der Arbeit mit multinational zusammengesetzten Teams widerspiegelt. Darüber hinaus wird die Arbeitgeberattraktivität als wichtiger Erfolgsfaktor angesehen. Hierzu zählen insbesondere die Möglichkeit, an technologisch innovativen Entwicklungen mitzuwirken, sowie attraktive Arbeitsbedingungen wie flexible Arbeitszeiten, Remote-Arbeit und standortbezogene Vorteile. Ergänzend setzen Unternehmen auf den Aufbau persönlicher Netzwerke und die aktive Ansprache potenzieller Fachkräfte, beispielsweise durch Kontakte auf wissenschaftlichen Konferenzen. Auch Kooperationen mit Hochschulen, etwa in Form von Industriepromotionen, werden genutzt, um frühzeitig qualifizierte Nachwuchskräfte zu gewinnen.

Die befragten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen verfolgen derzeit nur in begrenztem Umfang spezifische Strategien zur Bewältigung möglicher Fachkräfteengpässe. Die Ausrichtung der jeweiligen Organisation beeinflusst dabei maßgeblich die Rekrutierungsmöglichkeiten: Da eine Orientierung an der Grundlagenforschung andere Bewerbergruppen anspricht als eine stärker anwendungsorientierte Forschung, ergibt sich hierdurch bereits eine gewisse Vorauswahl potenzieller Kandidatinnen und Kandidaten. Hochschulen sind zudem häufig an die Rahmenbedingungen befristeter Drittmittelprojekte und promotionsgebundener Stellen gebunden. Dies schränkt die Möglichkeiten ein, Fachkräfte aus einem breiteren Spektrum an Disziplinen zu rekrutieren. Hochschulen verfügen daher über geringere Spielräume bei der strategischen Gewinnung von Fachkräften. Einige Einrichtungen setzen auf den langfristigen Aufbau eigener Fachkräfte, etwa durch die Entwicklung neuer Studiengänge und Ausbildungsangebote im Bereich der Quantentechnologie. Als weiterer wichtiger Faktor für die Gewinnung qualifizierter Fachkräfte wird die wissenschaftliche Reputation der jeweiligen Einrichtung hervorgehoben.

Strukturelle Voraussetzungen für den Erfolg des QT-Ökosystems
Neben den unmittelbar benötigten Kompetenzen und Qualifikationen wurden in den Interviews auch übergeordnete Rahmenbedingungen thematisiert, die aus Sicht der Befragten wesentlich für den Erfolg und die nachhaltige Entwicklung der Quantentechnologie sind. Hierzu zählen insbesondere die universitäre Ausbildung sowie die Ausgestaltung der Förderlandschaft. Beide Bereiche werden von den Befragten als

entscheidende Voraussetzungen für den Aufbau von Kompetenzen, Innovationen und langfristiger Wettbewerbsfähigkeit betrachtet.

Einschätzung der universitären Ausbildung
In Bezug auf die universitäre Ausbildung erfüllen die Hochschulen die aktuellen Anforderungen aus Sicht der Befragten nur teilweise. Grundsätzlich wird die Ausbildung in Bezug auf die Vermittlung theoretischer und naturwissenschaftlicher Grundlagen überwiegend positiv bewertet. Gleichzeitig wird jedoch darauf hingewiesen, dass die aktuellen Studienangebote zu wenig praxisbezogen sind. Die Befragten sehen deutliches Potenzial, Studierende frühzeitiger mit konkreten Anwendungsfeldern, Entwicklungsprozessen und industriellen Anforderungen der Quantentechnologie in Berührung zu bringen.

Einen Bedarf an (weiteren) eigenständigen quantentechnologiespezifischen Studiengängen sehen die Befragten hingegen kaum. Stattdessen wird empfohlen, bestehende naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Studiengänge gezielt um quantentechnologische Inhalte zu ergänzen. Als Vorteil dieses Ansatzes wird hervorgehoben, dass Studierende zunächst eine breite fachliche Qualifikation erwerben und Quantentechnologie als mögliches Anwendungsfeld kennenlernen, ohne sich bereits zu Beginn ihres Studiums auf ein hochspezialisiertes Themengebiet festlegen zu müssen.

Darüber hinaus wird angeregt, die Sichtbarkeit von Quantentechnologie in etablierten Studiengängen zu erhöhen. Dies könne beispielsweise durch die Anpassung von Terminologien erfolgen. Auf diese Weise könnten mehr Studierende für das Themenfeld sensibilisiert und potenzielle Fachkräfte frühzeitig für Tätigkeiten im QT-Ökosystem gewonnen werden. Gleichzeitig kann die Einbindung in bestehende Studiengänge die Zugangshürde senken, beispielsweise im Bereich Informatik.
Nach Einschätzung der Befragten ist eine solide naturwissenschaftliche oder technische Grundausbildung für die meisten Tätigkeiten im QT-Bereich wichtiger als eine umfassende Spezialisierung auf Quantentechnologie. Zwar werden quantentechnologische Kompetenzen als kritisch für den Erfolg entsprechender Projekte angesehen, ihr Anteil an den gesamten Arbeitsprozessen wird jedoch häufig als vergleichsweise gering eingeschätzt. Entsprechend wird ein wachsender Bedarf an sogenannten Quantum-ready-Beschäftigten gesehen, die über eine fundierte Ausbildung in ihrem jeweiligen Fachgebiet verfügen und zugleich ein grundlegendes Verständnis quantentechnologischer Anwendungen und Anforderungen mitbringen.

Einschätzung der Förderlandschaft
Die bestehende Förderlandschaft wird von den Befragten insgesamt positiv bewertet. Der Umfang der bereitgestellten Fördermittel wird überwiegend als zufriedenstellend eingeschätzt; im internationalen Vergleich wird Deutschland als gut positioniert wahrgenommen. Gleichzeitig wird angeregt, Förderprogramme stärker auf anwendungsorientierte Entwicklungen auszurichten. Die Interviewpartner sehen zusätzlich Schwierigkeiten bei hochschulseitigen Transferaktivitäten wie Ausgründungen und Kooperationen sowie der Entwicklung marktnaher Anwendungen. Als Gründe wurden insbesondere Zielkonflikte zwischen akademischen (Promotionen, offene Publikationen) und kommerziellen Handlungslogiken (Intellectual Property, Geschwindigkeit) beschrieben. Aus Sicht der Befragten gleichen bestehende Kooperations- und Förderstrukturen diese Zielkonflikte bislang nicht ausreichend aus.

Für die zukünftige Entwicklung des QT-Ökosystems wird die Fortführung der Fördermaßnahmen als von zentraler Bedeutung angesehen. Nach Einschätzung der Befragten sind auch in den kommenden Jahren Fördermittel mindestens im bisherigen Umfang erforderlich, um die technologische Entwicklung voranzutreiben und die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Dabei wird insbesondere die langfristige Ausgestaltung von Förderprogrammen als wichtig erachtet. Aufgrund der hohen technologischen Komplexität und der langen Entwicklungszyklen der Quantentechnologien seien kurzfristige wirtschaftliche oder technologische Erfolge nur begrenzt zu erwarten. Entsprechend bedürfe es einer verlässlichen und langfristig angelegten Förderstrategie.

Darüber hinaus wird die Förderung als wichtiger Faktor für die Bindung und Entwicklung von Fachkräften gesehen. Insbesondere im wissenschaftlichen Bereich wird die Gefahr hervorgehoben, dass bei ausbleibender Förderung qualifizierte Fachkräfte fehlen oder abwandern könnten. Damit drohe zum einen der Verlust

von Expertise, deren Aufbau über viele Jahre erfolgt ist und die für die weitere Entwicklung des deutschen Quantentechnologie-Ökosystems von hoher Bedeutung ist. Zum anderen kann aufgrund fehlenden Personals mit der Umsetzung technologischer Entwicklungen gar nicht erst begonnen werden.

2.5 Zwischenfazit zur Bedarfsanalyse

Zwischenfazit Unternehmen
Anhand der Sonderauswertung der FuE-Erhebung lassen sich QT-Unternehmen als eine Gruppe dynamischer und forschungsintensiver Unternehmen beschreiben, die sich in mehreren zentralen Strukturmerkmalen von anderen forschungs- und entwicklungsaktiven Unternehmen unterscheidet.

Mit Blick auf die Branchen und Produktgruppen weisen QT-Unternehmen Schwerpunkte in elektronik-, software- und messtechnikorientierten Produktgruppen auf, während klassische Industrie- und Serienproduktsegmente eine geringere Rolle spielen. Damit sind QT-Unternehmen klar in technologie- und wissensintensiven Wertschöpfungsfeldern verortet. Diese strukturelle Ausrichtung spiegelt sich auch in der Forschungsintensität wider. QT-Unternehmen sind deutlich stärker als andere FuE-Unternehmen in hoch- und insbesondere spitzentechnologischen Bereichen angesiedelt.

Des Weiteren beschäftigen sie überdurchschnittlich viele Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler und unterscheiden sich damit klar von anderen FuE-Unternehmen. Auch verfügen sie über einen höheren Anteil internationalen und hochqualifizierten Personals, insbesondere mehr promovierte Beschäftigte. Nicht zuletzt zeigt sich eine starke Wachstumsdynamik mit Blick auf Neueinstellungen: QT-Unternehmen planen deutlich häufiger zusätzliche FuE-Neueinstellungen als andere FuE-Unternehmen. Gleichzeitig geht dieser starke Personalaufbau bislang nicht mit einem als überdurchschnittlich wahrgenommenen Fachkräftemangel einher. Die Mehrheit der QT-Unternehmen sieht ihren Bedarf an FuE-Personal als gedeckt an, in ähnlichem Maße wie andere FuE-Unternehmen.

Insgesamt zeigen sich QT-Unternehmen als hoch spezialisierte, forschungsnahe und international ausgerichtete Akteure, die trotz hoher Dynamik und anspruchsvoller Qualifikationsanforderungen bislang vergleichsweise gut in der Lage sind, ihre personellen Ressourcen zu sichern.

Zwischenfazit Hochschulen
Die Ergebnisse der Hochschulbefragung zeigen, dass das Thema Quantentechnologie an Hochschulen bereits heute eine relevante Rolle spielt und in den kommenden Jahren deutlich an strategischer Bedeutung gewinnen dürfte. Die Hochschulen sind nicht nur Forschungsakteure, sondern zentrale Anbieter von Kompetenzaufbau und akademischer Qualifizierung. Sie nehmen damit eine besondere Schlüsselrolle ein.

In den Kernaufgaben Forschung und Lehre sowie in Transfer und Wissenschaftskommunikation soll das Engagement der Hochschulen deutlich steigen, während Weiterbildung ein weniger relevantes Tätigkeitsfeld bleiben wird. Die Ergebnisse deuten auf wachsenden Personalbedarf in allen Beschäftigtengruppen hin, zugleich aber auf erhebliche Rekrutierungsschwierigkeiten. Um mit diesen Schwierigkeiten umzugehen, versuchen Hochschulen sowohl bestehendes Personal zu qualifizieren als auch zusätzliche Rekrutierungswege zu erschließen.

Zwischenfazit Forschungsinstitute
Angesichts der geringen Rücklaufquote weist die Befragung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen darauf hin, dass die Institute im QT-Bereich eine spezialisierte, aber strategisch wachsende Rolle einnehmen. QT scheint dort bislang vor allem in Forschung und Entwicklung verankert, gewinnt aber in Transfer und Innovation an Bedeutung. Die Fachkräftefrage stellt sich dabei besonders zugespitzt, weil neben wissenschaftlicher Exzellenz auch technische Infrastrukturkompetenzen und strategische Leitungskompetenzen benötigt werden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass zusätzliche Förderung, Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie internationale Rekrutierung zentrale Stellschrauben sind. Damit ergänzt die Befragung der Forschungsinstitute die Hochschulperspektive um einen Bereich des

Wissenschaftssystems, der für die technologische Reife, die Nutzung spezialisierter Infrastruktur und die Übersetzung von Forschung in Anwendung besonders wichtig ist.

Zwischenfazit Vertiefung: Experteninterviews
Die Interviews liefern zentrale Einblicke in die Qualifikationsanforderungen sowie den Fachkräftebedarf im Bereich der Quantentechnologie und bilden damit eine wichtige Grundlage für den weiteren Projektverlauf. Die Interviews zeigen, dass sich die im CFQT beschriebenen Rollen grundsätzlich den in der Praxis beobachteten Tätigkeitsfeldern zuordnen lassen. Allerdings erfolgt die Beschreibung des benötigten Personals in den befragten Organisationen häufig weniger entlang spezifischer QT-Profile, sondern vielmehr über etablierte Fachrichtungen und berufliche Qualifikationen.

Obwohl die Physik als zentrale fachliche Grundlage angesehen wird und insbesondere theoretische sowie experimentelle Physikerinnen und Physiker eine Schlüsselrolle einnehmen (Quantum-native), sind für die erfolgreiche Entwicklung, Integration und Anwendung quantentechnologischer Lösungen zahlreiche weitere Kompetenzen erforderlich. Beschäftigte mit ingenieurwissenschaftlichem oder naturwissenschaftlichem Hintergrund (Quantum-ready) leisten hierbei einen wesentlichen Beitrag und bilden gemeinsam mit den Physikerinnen und Physikern die Grundlage des QT-Ökosystems.

Der aktuelle Bedarf an QT-Fachkräften in den ausgewählten Tätigkeitsprofilen kann in der Regel gedeckt werden. Im Falle einer erfolgreichen wirtschaftlichen und technologischen Weiterentwicklung des QT-Sektors wird jedoch ein steigender Personalbedarf erwartet, der sich insbesondere auf anwendungsnahe und interdisziplinär qualifizierte Fachkräfte konzentrieren dürfte (Quantum-ready-Beschäftigte).
Als zentrales Ergebnis ist die hohe Interdisziplinarität des Feldes festzuhalten. Die Entwicklung quantentechnologischer Systeme beruht auf dem Zusammenspiel zahlreicher spezialisierter Fachkräfte aus unterschiedlichen Disziplinen. Vor diesem Hintergrund erscheint die Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit als eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg von Quantentechnologieprojekten.

Die Ergebnisse unterstreichen zudem die Bedeutung langfristiger struktureller Voraussetzungen für die Entwicklung des deutschen QT-Ökosystems. Hierzu zählen insbesondere eine stärker praxisorientierte Verankerung quantentechnologischer Inhalte in bestehenden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen sowie eine verlässliche und langfristig angelegte Förderlandschaft. Beide Faktoren werden als entscheidend angesehen, um den Aufbau von Kompetenzen zu unterstützen, Innovationen zu fördern und die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Bereich der Quantentechnologie langfristig zu sichern.

Insgesamt zeichnen die Interviews das Bild eines derzeit noch vergleichsweise kleinen, aber dynamisch wachsenden Technologiefeldes. Die zukünftige Entwicklung wird dabei weniger von der Verfügbarkeit hochspezialisierter QT-Experten allein abhängen als vielmehr von der erfolgreichen Vernetzung unterschiedlicher Fachrichtungen und dem Aufbau einer breiten Basis an Quantum-ready-Fachkräften.

Die Bedarfsperspektive auf einen Blick

- Die Wirtschaft und Wissenschaft erwarten eine steigende Bedeutung von Quantentechnologie und einen korrespondierenden erhöhten Fachkräftebedarf.
- Organisationen haben die erwartete steigende Bedeutung von QT bei ihrer strategischen Ausrichtung im Blick und planen Maßnahmen, um ihren Fachkräftebedarf zu decken. Eine steigende Bedeutung internationaler Rekrutierung fällt hierbei besonders auf.
- An Fachkräfte mit direktem QT-Bezug werden hohe Kompetenzanforderungen gestellt. Diese betreffen die fachlichen Qualifikationen sowie überfachliche Kompetenzen wie Englischkenntnisse und Praxiserfahrung.
- Der Bedarf an Fachkräften, die sich durch ein spezifisches Masterstudium auf Quantentechnologien spezialisiert haben, ist tendenziell begrenzt. Angesichts interdisziplinärer Teams ist eine fundierte naturwissenschaftliche oder ingenieurwissenschaftliche Ausbildung relevanter.
- Physikerinnen und Physiker werden aufgrund ihrer vielseitigen Einsetzbarkeit besonders geschätzt.
- Fachkräftemangel ist nur bedingt ein QT-spezifisches Problem. Der generelle MINT-Fachkräftemangel scheint zurzeit der relevantere Engpass zu sein, beispielsweise bei technischem Personal in der Wissenschaft.
- Der Fachkräftemangel wird in Wirtschaft und Wissenschaft unterschiedlich wahrgenommen: Für Unternehmen stellt er ein – mit teilweise großen Reibungen – lösbares Problem dar; die Wissenschaft ist hingegen mit strukturellen Herausforderungen konfrontiert, die auf Ebene einzelner Organisationen nur begrenzt lösbar sind.
- Öffentliche Förderung wird als sehr wichtig für die Fachkräftesicherung beschrieben.

3. BILDUNGSANGEBOT DER HOCHSCHULEN

3.1 Analyse der Vorlesungsverzeichnisse

Im vorigen Abschnitt ist der Bedarf an Fachkräften im Bereich der Quantentechnologie betrachtet worden. Die Ausbildung für ebendiese Fachkräfte liegt vor allem bei den Universitäten. In diesem Kapitel wird daher untersucht, in welchem Umfang Universitäten Quantentechnologie als Themenbereich in der Lehre aufgreifen. Zu diesem Zweck wird eine systematische Analyse des bestehenden Bildungsangebots von deutschen Hochschulen im Bereich der Quantentechnologie durchgeführt. Auf Basis von Daten zu Studiengängen sowie Lehrveranstaltungen wird analysiert, in welchem Umfang quantentechnologierelevante Inhalte im Hochschulangebot vertreten sind. Ziel ist es, einen Eindruck davon zu gewinnen, in welchem Maße Studierende die Möglichkeit haben, entsprechende Kompetenzen zu erwerben.

Methodik
Zur Identifikation quantentechnologierelevanter Studienangebote wurde zunächst der Hochschulkompass der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) herangezogen. Auf Basis der Suchbegriffe „Quanten“ und „Quantum“ wurden entsprechende Studiengänge systematisch erfasst (Hochschulrektorenkonferenz, o. J.). Da quantentechnologiespezifische Kompetenzen nicht ausschließlich in spezialisierten QT-Studiengängen erworben werden, sondern auch Bestandteil naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge sind, wird zusätzlich die Ebene von Lehrveranstaltungen untersucht. Dazu wird der Higher Education Explorer (HEX) genutzt, ein Projekt des Stifterverbands und der Heinz-Nixdorf-Stiftung.

Zur Identifikation quantentechnologierelevanter Lehrveranstaltungen wurden im CFQT 2.047 QT-spezifische Schlüsselbegriffe ermittelt. Mithilfe dieser Begriffe wurde in den Kurstiteln und -beschreibungen der im HEX enthaltenen Lehrveranstaltungen nach relevanten Kursen gesucht. Anhand der Suche und Klassifizierung nach domänenspezifischen Schlüsselbegriffen wurden die QT-Kurse den acht Domänen des CFQT zugeordnet (*Konzepte und Grundlagen der Quantentechnologie*, *Physikalische Grundlagen*, *Unterstützende Technologien und Techniken*, *Quantenhardware*, *Quantencomputing und -simulation*, *Quantensensorik und Bildgebungssysteme*, *Quantenkommunikation und -netzwerke*, *Valorisation*). Aufgrund vieler unspezifischer Begriffe in der Domäne *Valorisation* wurde hier noch eine manuelle Klassifizierung der gefundenen Veranstaltungen vorgenommen. Eine nach Domänen gegliederte Liste der Schlüsselbegriffe findet sich online (Anlage: Tabelle der Schlüsselbegriffe).

Der Higher Education Explorer (HEX)
Der HEX basiert auf einer Datenbank, in der Lehrveranstaltungen deutscher Hochschulen automatisiert aus online verfügbaren Vorlesungsverzeichnissen extrahiert, vereinheitlicht und für analytische Zwecke aufbereitet werden.
Aktuell umfasst der im HEX erfasste Datensatz rund 3,1 Millionen Kurse von 36 Universitäten aus den Jahren 1996 bis 2025, darunter acht technische Universitäten. Im Jahr 2024 waren an diesen Universitäten etwa 870.000 Studierende immatrikuliert, was rund 37 Prozent aller Studierenden in Deutschland entspricht. Die Datenbank befindet sich derzeit im Aufbau und wird laufend erweitert. Ein ausführlicher Methodenbericht zum HEX-Projekt, einschließlich einer Darstellung der Limitationen – insbesondere im Hinblick auf computerlinguistische Analysen – ist online verfügbar[4].

[4] https://stifterverband-hex-methodenbericht.netlify.app/index.html

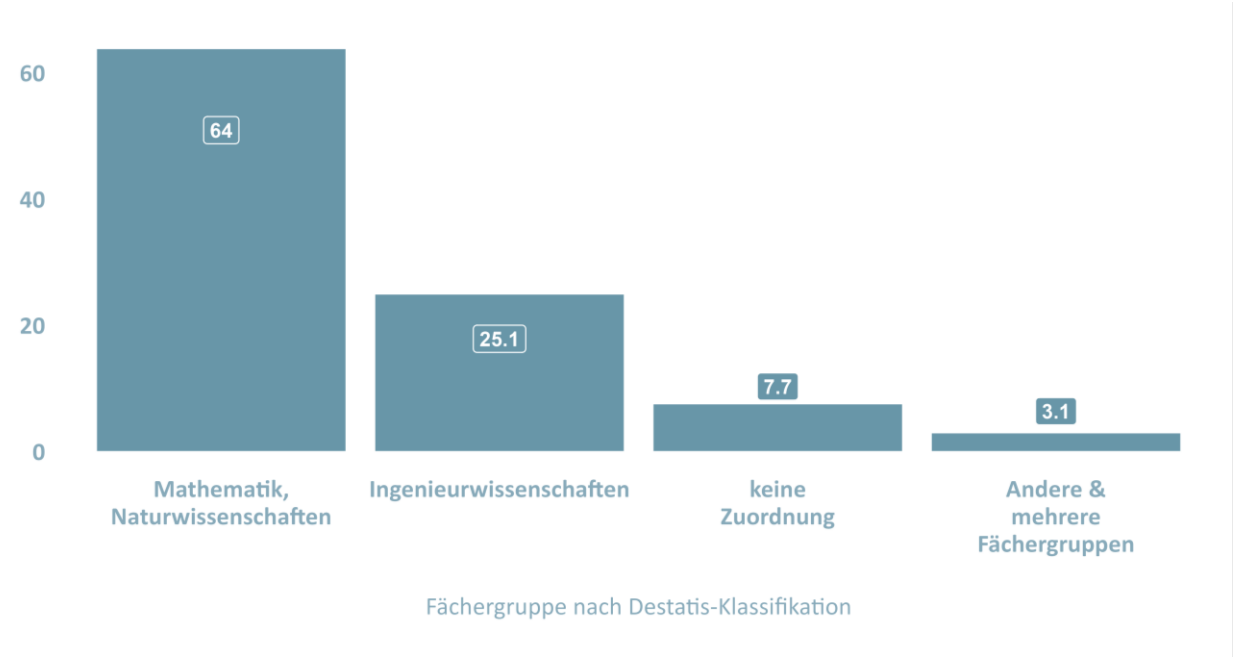
Studiengänge im Bereich Quantentechnologie
Im Hochschulkompass der HRK wurden 17 spezifische Studiengänge zu Quantentechnologie gefunden (Stichtag 03.06.2026). Zwei dieser Studiengänge wurden aus der Analyse ausgeschlossen, weil ihr Studienbetrieb erst zum Wintersemester 2026/27 beginnt. Bei 13 der 15 eingeschlossenen Studiengänge handelt es sich um Masterstudiengänge, nur zwei davon sind Bachelorstudiengänge. Vier Studiengänge werden von Technischen Universitäten angeboten. Sechs Studiengänge sind zudem als internationale Studiengänge gekennzeichnet. Der deutliche Schwerpunkt auf Masterstudiengänge sowie der Anteil international ausgerichteter Programme weist darauf hin, dass Quantentechnologie in der Hochschullehre überwiegend als spezialisierte und international vernetzte Vertiefungsrichtung im Anschluss an grundlegende Studiengänge verankert ist. Die am häufigsten angegebenen Studienfelder sind dabei Physik, Experimentalphysik, Elektrotechnik und Mikroelektronik.

Eine Recherche nach Studierendenzahlen der entsprechenden Studiengänge ergab im Wintersemester 2024/25 eine Gesamtzahl von 492 Studierenden. Dies unterstreicht den noch frühen Reifegrad spezialisierter Ausbildungsstrukturen im Bereich der Quantentechnologie. Gleichzeitig bilden eigenständige Studiengänge nur einen Teil des Qualifizierungsangebots ab. Quantentechnologierelevante Inhalte sind häufig auch in breiter angelegten Studienprogrammen integriert. Um dieses Angebot umfassender zu erfassen, wird im folgenden Abschnitt die Ebene einzelner Lehrveranstaltungen mit Hilfe des HEX-Datensatzes betrachtet.

Lehrveranstaltungsanzahl und -anteil
Im Jahr 2024 konnten insgesamt 728 Lehrveranstaltungen im HEX-Datenbestand identifiziert werden, die thematisch der Quantentechnologie zugeordnet werden. Dabei wurden QT-Kurse an 27 der 36 Hochschulen im HEX gefunden, bei sechs davon handelt es sich um Technische Universitäten. Die beiden Hochschulen mit den meisten QT-Kursen stellen rund 36 Prozent aller QT-Kurse, während die zehn führenden Hochschulen zusammen etwa 75 Prozent des Gesamtangebots ausmachen.
Mit 0,25 Prozent machen die QT-Kurse einen geringen Anteil des gesamten Hochschulangebots im HEX aus, was angesichts des hochspezialisierten Charakters des Fachgebiets aber zu erwarten ist. Damit entfällt einer von 400 Kursen im HEX auf Quantentechnologie. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Quantentechnologie einen Nischenbereich innerhalb des gesamten Lehrangebots darstellt.

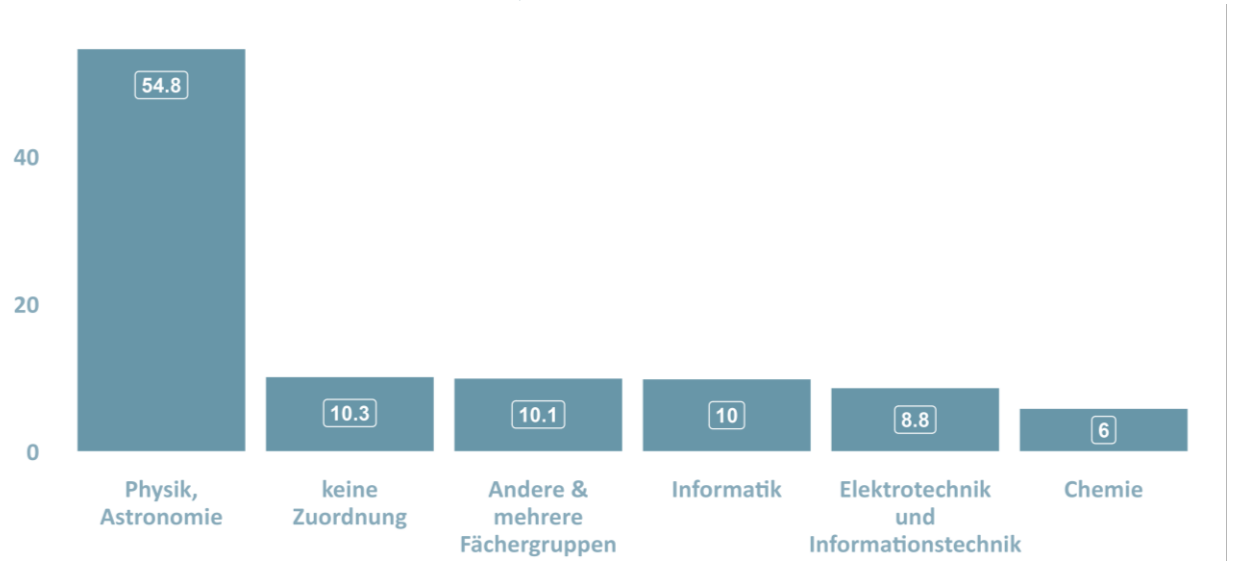
Fächergruppen
Zur Analyse der disziplinären Verankerung wurde jeder Kurs einer standardisierten Fächergruppe nach Klassifikation des Statistischen Bundesamts zugewiesen. Dies geschah auf Basis des German Research Institutions-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das eine feingliedrige Zuordnung von Organisationseinheiten zu Lehr- und Forschungsbereichen bereitstellt. 7,7 Prozent der Quantentechnologie-Kurse konnten hierdurch jedoch keiner Fächergruppe zugeordnet werden. Die Daten zeigen, dass etwa 64 Prozent der identifizierten Quantentechnologie-Kurse auf die Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften entfallen, während rund ein Viertel auf die Ingenieurwissenschaften entfällt (Abbildung 22). Diese Verteilung liefert einen ersten Hinweis auf die interdisziplinäre Natur der Technologie.

Abbildung 22: Verteilung der QT-Kurse nach Fächergruppen (2024)
in Prozent



Studienbereiche
Studienbereiche bilden nach Klassifikation des Statistischen Bundesamts die Unterebene der Fächergruppen. Mehrere Studienbereiche lassen sich also zu übergeordneten Fächergruppen zusammenfassen. Die Analyse der Studienbereiche ermöglicht eine differenziertere Darstellung der Fachrichtungen, in denen die gefundenen Kurse zu Quantentechnologie angesiedelt sind.
Die Daten zeigen, dass mehr als die Hälfte der identifizierten Quantentechnologie-Kurse auf den Studienbereich Physik/Astronomie entfällt. Rund ein Fünftel verteilt sich auf die Studienbereiche Informatik sowie Elektrotechnik und Informationstechnik (ET-IT). Diese Verteilung ist plausibel, da Quantentechnologie naturwissenschaftliche Grundlagen erfordert, die typischerweise in Physik vermittelt werden, während Informatik- und ET-IT-Studienbereiche für die Programmierung und praktische Umsetzung, aber auch für die Entwicklung von Algorithmen besonders relevant sind. So spiegelt die Ansiedlung der Kurse die Gewichtung von QT für den jeweiligen Studienbereich wider.

Abbildung 23: Verteilung der QT-Kurse nach Studienbereichen (2024)
Studienbereiche nach Destatis-Klassifikation; in Prozent

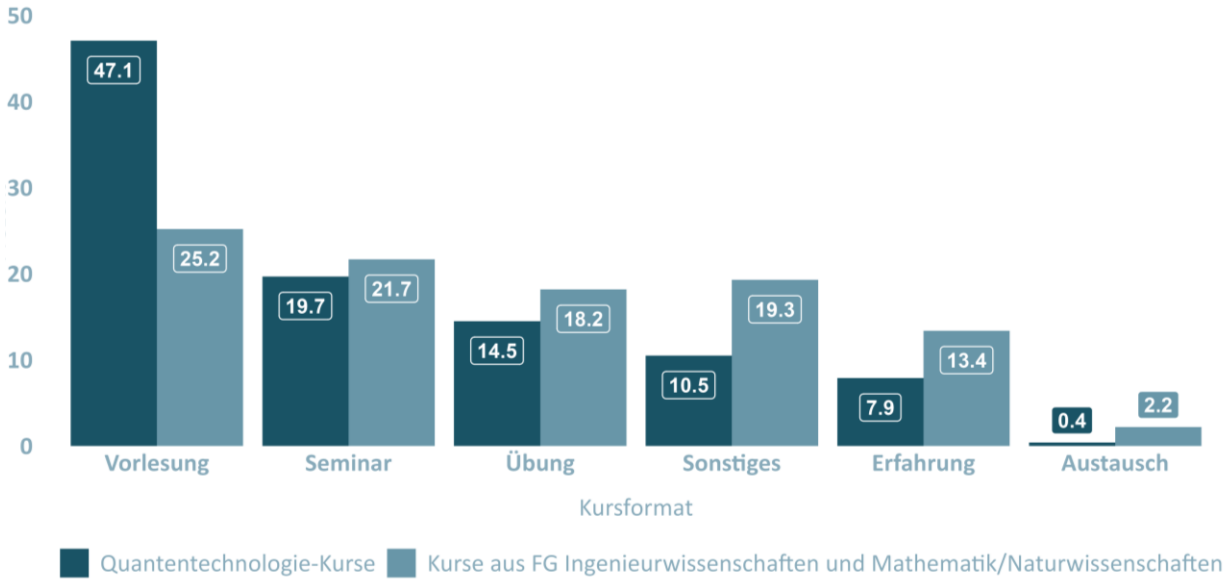


Kursformate

Wie in Abbildung 24 zu sehen, ist der Anteil der Vorlesungen unter den QT-Kursen mit 47,1 Prozent deutlich höher als unter allen Lehrveranstaltungen im HEX der genannten Fächergruppen (25,2 Prozent). Seminare (19,7 Prozent), Übungen (14,5 Prozent), erfahrungsorientierte Formate (7,9 Prozent) und austauschorientierte Formate (0,4 Prozent) spielen demnach eine geringere Rolle als in den Vergleichsfächergruppen. Der große Anteil an Vorlesungen legt nahe, dass in der aktuellen QT-Lehre ein starker Fokus auf der Vermittlung grundlegender Inhalte liegt und eine Vertiefung dieser Kompetenzen in Seminaren zwar stattfindet, jedoch noch ausbaufähig ist. Praktische Anwendungskompetenzen, Experimente oder Projektarbeit in erfahrungsorientierten Formaten scheinen hingegen eine geringere Rolle zu spielen. Mögliche Erklärungen dafür könnten technische und finanzielle Hürden sein, etwa der hohe Aufwand, um notwendige Laborinfrastrukturen bereitzustellen, ebenso wie der frühe Entwicklungsstand vieler quantentechnologischer Anwendungen.

Abbildung 24: Verteilung von QT-Kursen und allen Kursen nach Kursformaten[5] (2024)

in Prozent



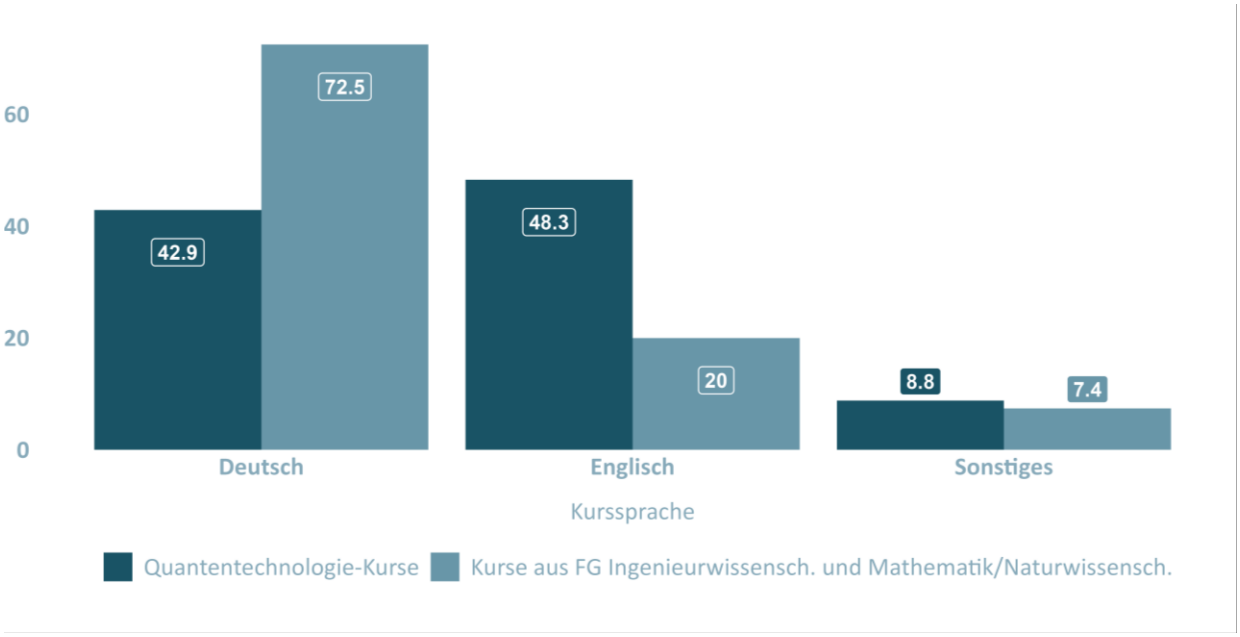
Kurssprachen

Fast die Hälfte der QT-Kurse wurde im Jahr 2024 in englischer Sprache angeboten (Abbildung 25). Damit unterscheiden sie sich deutlich vom Anteil englischsprachiger Lehrveranstaltungen unter allen Kursen im HEX über die Fächergruppen Ingenieurwissenschaften und Mathematik/Naturwissenschaften (20 Prozent). Die Kategorie *Sonstige* umfasst überwiegend Kurse, die gemischtsprachig (in der Regel Deutsch/Englisch) durchgeführt werden und ist bei den QT-Kursen mit 8,8 Prozent in vergleichbarem Umfang vertreten wie in allen Kursen des HEX entsprechender Fächergruppen.

Insgesamt zeigt die Verteilung, dass die Lehre im Bereich Quantentechnologie international ausgerichtet ist. Mögliche Erklärungen hierfür wären, neben dem hohen Anteil an vor allem in Masterprogrammen angesiedelten Angeboten, eine bewusste Strategie, internationale Studierende zu gewinnen und/oder Studierende gezielt auf Tätigkeiten in internationalen Forschungs- und Arbeitskontexten vorzubereiten. Hinzu kommt ein hoher Anteil an internationalem wissenschaftlichem Personal, das die Kurse auf Englisch lehrt (vergleiche Abbildung 11).

[5] Übung: Übungsorientierte Formate, wie zum Beispiel Übung, Tutorium, Repetitorium
Sonstiges: Sonstige, auch Doppelformate
Erfahrung: Erfahrungsorientierte Formate, wie zum Beispiel Praktikum, Projekt, Labor
Austausch: Austauschformate, wie zum Beispiel Kolloquium, Workshop, Arbeitsgemeinschaft

Abbildung 25: Verteilung von QT-Kursen und allen Kursen nach Kurssprachen (2024)
in Prozent

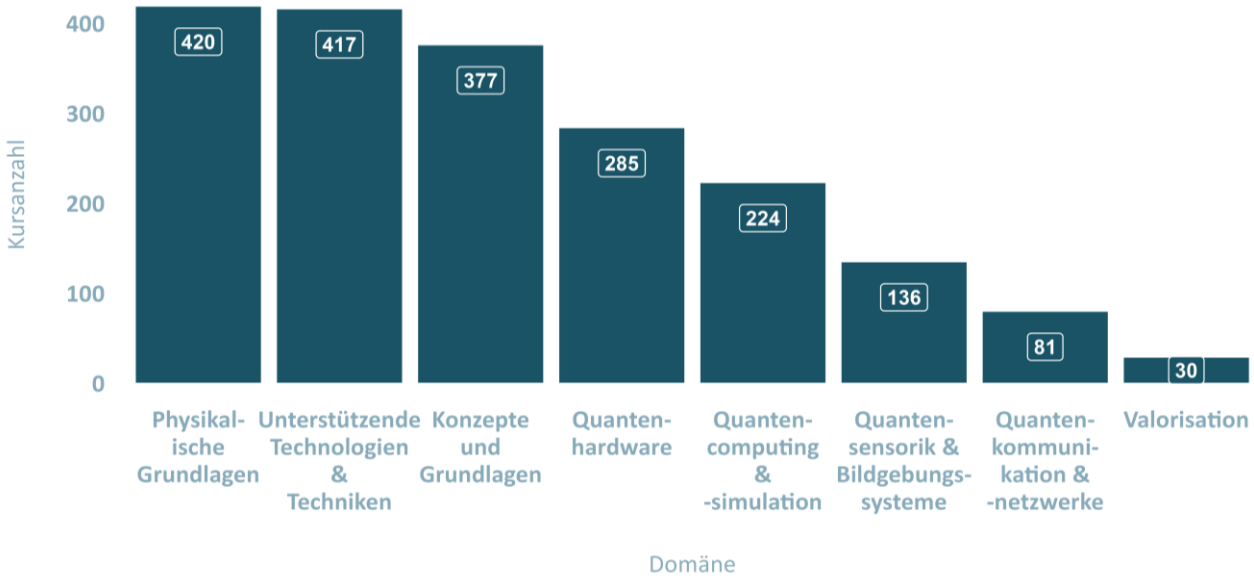


Domänen des CFQT

Die meisten Kurse finden sich in den Domänen *Physikalische Grundlagen der QT* und *Unterstützende Technologien und Techniken* (Abbildung 26). Dahinter folgen die Domänen *Konzepte und Grundlagen*, *Quantenhardware* und *Quantencomputing und -simulation*. Die starke Präsenz der grundlegenden Domänen ist plausibel, da hier breit angelegte physikalische und methodische Grundlagen vermittelt werden, die als Voraussetzung für weiterführende Spezialisierungen dienen. Auch die vergleichsweise hohe Abdeckung im Bereich der Hardware ist erwartbar, da diese die technologische Grundlage für die Entwicklung und den Betrieb nutzbarer Quantencomputer bildet.

Demgegenüber sind die anwendungsorientierten Domänen insgesamt schwächer vertreten: *Quantensensorik und Bildgebungssysteme* und *Quantenkommunikation und -netzwerke* weisen deutlich geringere Kurszahlen auf, während *Valorisation* das Schlusslicht bildet.

Abbildung 26: Anzahl von QT-Kursen pro Domäne des CFQT



Zur vertieften Analyse der thematischen Ausrichtung wurden die identifizierten Kurse den Domänen des CFQT zugeordnet und ihre inhaltlichen Überschneidungen untersucht. So können Zusammenhänge und Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Kompetenzbereichen sichtbar gemacht werden.

Abbildung 27 zeigt, dass die Grundlagendomänen *Konzepte und Grundlagen, Physikalische Grundlagen, Unterstützende Technologien und Techniken* sowie *Quantenhardware* ein enges Cluster bilden. Dies verweist auf eine starke Verzahnung von theoretischen Grundlagen, physikalischem Verständnis und technologischer Umsetzung. Demgegenüber erscheinen die anwendungsorientierten Domänen *Quantencomputing und -simulation*, *Quantenkommunikation und -netzwerke* sowie *Quantensensorik und Bildgebungssysteme* eigenständiger: Sie sind sowohl untereinander als auch mit den Grundlagendomänen deutlich schwächer verbunden. Besonders ausgeprägt ist diese Trennung bei der Domäne *Valorisation*, die nur geringe inhaltliche Überschneidungen mit den übrigen Bereichen aufweist.
Insgesamt lässt die Analyse auf eine Veranstaltungsstruktur schließen, in der Grundlagen von QT stark integriert vermittelt werden, während Anwendungs- und Verwertungsaspekte vergleichsweise isoliert bleiben. Dies kann einerseits Ausdruck der noch begrenzten Reife vieler QT-Anwendungen sein, andererseits aber auch auf eine gewisse Anwendungsferne der Lehre hindeuten.

Abbildung 27: Paarweise Überschneidungen zwischen Kursen aus Domänen des CFQT (2024)

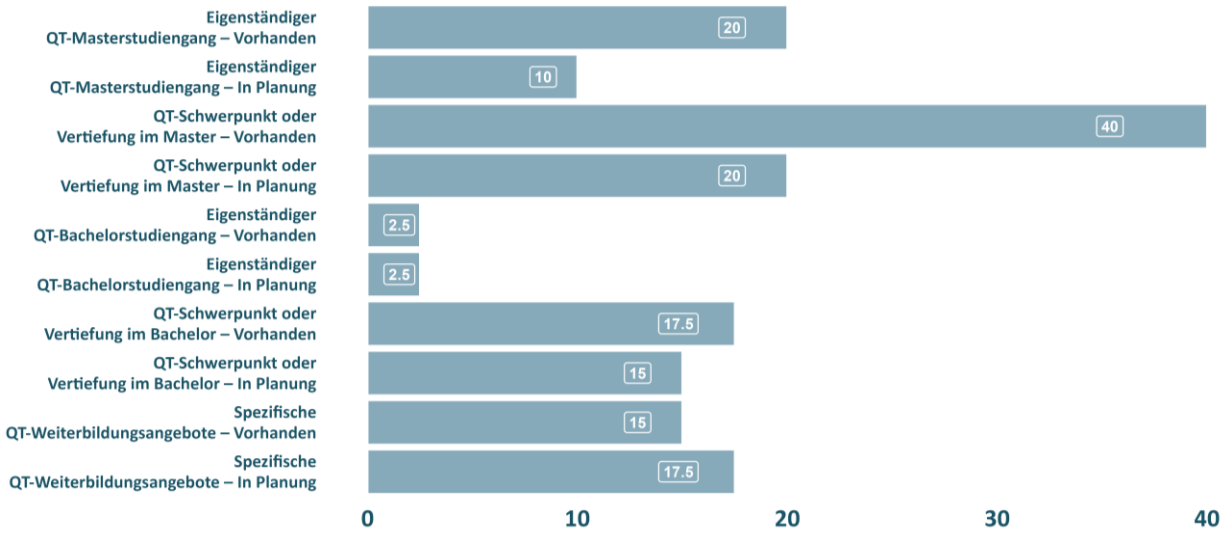


3.2 Befragungsergebnisse zum Studienangebot

Studienangebote an den Hochschulen: Status quo und Entwicklung
Im Rahmen der Hochschulbefragung wurden auch Fragen zum Studienangebot integriert, um zusätzlich die strategischen Perspektiven und Planungen auf Seiten der Hochschulleitungen abzudecken. Die Angebotsseite zeigt dabei ein abgestuftes Bild (Abbildung 28). Am häufigsten berichten Hochschulen, dass sie QT-Schwerpunkte oder Vertiefungen innerhalb bestehender Masterstudiengänge anbieten; dies geben 40 Prozent der Hochschulleitungen an. Eigenständige Masterstudiengänge im Bereich QT werden von 20 Prozent

genannt. Auf Bachelorebene sind integrierte Schwerpunkte oder Vertiefungen mit 17,5 Prozent deutlich seltener, eigenständige Studiengänge werden kaum angeboten. Spezifische QT-Weiterbildungsangebote bestehen an 15 Prozent der Hochschulen. Auch die Planungen konzentrieren sich vor allem auf integrierte Angebote. 20 Prozent planen QT-Schwerpunkte oder Vertiefungen im Master, 15 Prozent entsprechende Bachelorangebote. Weiterbildungsangebote werden von 17,5 Prozent geplant. Eigenständige neue Studiengänge werden seltener genannt, insbesondere auf Bachelor-Ebene. Dies spricht dafür, dass Hochschulen QT-Kompetenzen zunächst häufig in bestehende Studienstrukturen integrieren, anstatt eigenständige neue Studiengänge aufzubauen.

Abbildung 28: Aktuelle und geplante Studienangebote im Bereich Quantentechnologie
in Prozent



3.3 Zwischenfazit zum Studienangebot

Die vorliegende Analyse zeigt, dass Quantentechnologie in der Hochschullehre in Deutschland überwiegend in Form grundlegender Lehrveranstaltungen vermittelt wird. Der geringe Anteil von 0,25 Prozent am Gesamtlehrangebot sowie die vergleichsweise geringe Zahl spezialisierter Studiengänge weisen darauf hin, dass es sich abseits des Physikstudiums weiterhin um ein Nischenthema handelt, das jedoch klare Brücken zu weiteren MINT-Disziplinen zu schlagen vermag: QT spielt inzwischen auch in Informatik sowie Elektrotechnik und Informationstechnik (ET-IT) eine relevante Rolle. Dies spiegelt sich sowohl in der Verteilung der Kurse nach Fächergruppen und Studienbereichen als auch in der starken Präsenz grundlegender und hardwarenaher Kompetenzdomänen wider. Im Vergleich zu einer Erhebung von Bayern Photonics e.V. und Optence e.V. aus 2018 deutet sich eine breitere disziplinäre Verankerung an; aufgrund der unterschiedlichen Methodik ist jedoch kein direkter Zeitvergleich möglich (VDI Technologiezentrum GmbH, 2018).

Anwendungsorientierte Themen sind gegenüber grundlegenden Inhalten bislang weniger stark ausgeprägt. Beide Bereiche weisen zudem wenig Überschneidungen auf. Gleichzeitig deuten die überwiegende Verankerung der Angebote auf Masterebene sowie deren ausgeprägte internationale Ausrichtung auf eine spezialisierte Ausbildungsstruktur hin. Mit dem Fortschritt technologischer Anwendungen besteht eine Möglichkeit, anwendungsorientierte Inhalte stärker und mit interdisziplinärer Perspektive in die Lehre zu integrieren.

Die Ergebnisse deuten zudem in inhaltlicher Hinsicht auf eine wesentliche Passung zwischen der bestehenden Ausbildungsstruktur und den Anforderungen des Arbeitsmarktes: Insbesondere die starke Verankerung in Physik korrespondiert mit den Ergebnissen der Bedarfserhebung, während die Verankerung in weiteren

MINT-Fächern eine Grundlage für die Qualifizierung von Fachkräften in einem interdisziplinären Technologiefeld darstellt. Hier besteht weiterhin Ausbaupotenzial. Noch deutlicher besteht Entwicklungsbedarf bei erfahrungsorientierten Ausbildungsformaten, die in QT-relevanten Veranstaltungen unterrepräsentiert sind und bei denen sich seit 2018 nur sehr wenig Entwicklung andeutet (VDI Technologiezentrum GmbH, 2018). Hochschulen planen, das Angebot an QT-Schwerpunkten insbesondere auf Masterniveau weiter auszubauen und reagieren damit passend auf die formulierten Bedarfe nach Quantum-ready Personal.

Die Angebotsperspektive auf einen Blick

- Das universitäre Bildungsangebot mit Bezug zu Quantentechnologie ist weiterhin durch das Physikstudium dominiert. Dies ist zum einen fachlich gut begründet und korrespondiert andererseits mit dem hohen Bedarf nach Physikerinnen und Physikern.
- Das Thema wird gleichzeitig auch in weiteren Fachbereichen wie Informatik und Ingenieurwissenschaften vermittelt. Es liegen also gute Voraussetzungen für eine interdisziplinäre Erschließung von QT vor.
- Mit einem hohen Anteil an englischsprachigen Studienangeboten reagieren Universitäten auf die internationale Zusammensetzung der Studierendenschaft. Gleichzeitig bereiten sie auch auf ein primär englischsprachiges Arbeitsumfeld vor.
- Das Angebot eigenständiger QT-Masterstudiengänge scheint relativ ausgereift angesichts des tendenziell gering eingeschätzten Bedarfs an derart speziell ausgebildeten Fachkräften.
- Hochschulen planen mit einem deutlichen Ausbau von QT-Schwerpunkten insbesondere in der Masterphase. Damit reagieren sie auf den in Unternehmen formulierten Bedarf an Quantum-ready Personal.
- Weiterbildungen werden von Hochschulen und Forschungsinstituten als strategisches Entwicklungsfeld genannt – sowohl zur Deckung des eigenen Fachkräftebedarfs als auch als Geschäftsfeld. Da Unternehmen ihren Fort- und Weiterbildungsbedarf differenziert beschreiben, sollte vor größeren Investitionen die Passung geprüft werden.
- Erfahrungsorientierte Formate spielen für die Vermittlung von QT-relevanten Inhalten eine untergeordnete Rolle, während Unternehmen eine zu geringe Praxiserfahrung bei Absolventinnen und Absolventen von deutschen Hochschulen bemängeln.

4. HANDLUNGSPERSPEKTIVEN UND AUSBLICK

4.1 Politische Handlungsperspektiven

Aus den Ergebnissen der ersten Projektphase lassen sich bereits erste Handlungsperspektiven ableiten, die im Folgenden dargestellt werden. Die Handlungsperspektiven zielen in erster Linie auf mögliche politische Maßnahmen, können jedoch auch für Vertreterinnen und Vertreter der betrachteten Sektoren ein Anstoß sein, eigene Ansätze zu prüfen und weiterzuentwickeln.

Passung von Fachkräftebedarf und Studienangebot (weiter) erhöhen

Das Bildungsangebot an deutschen Hochschulen scheint in weiten Teilen bereits gut den von Unternehmen formulierten Bedarfen zu entsprechen. Insbesondere die fachliche Ausbildung wird vielfach geschätzt. Allerdings wird bei Absolventinnen und Absolventen deutscher Hochschulen fehlende Praxiserfahrung bemängelt, was auch mit einem geringen Anteil praxisorientierter Studienangebote korrespondiert. Maßnahmen zur Steigerung der Praxisorientierung im QT-Studium könnten daher zu einer besseren Passung zwischen den Kompetenzen der Absolventinnen und Absolventen und den Anforderungen der Unternehmen führen.

Unternehmen beschreiben einen relevanten Bedarf an Quantum-ready Personal und erwarten, dass dieser zukünftig auch steigen wird. Auch hier bieten Hochschulen mit curricularen Schwerpunktangeboten bereits korrespondierende Formate an und planen diese auszubauen. Diese Entwicklung sollte unterstützt werden. Gleichzeitig sind fundiert und breit ausgebildete Physikerinnen und Physiker, insbesondere mit experimentalphysikalischem Hintergrund, ausgesprochen gefragt. Insofern sollten Ergänzungsmodule und spezialisierte Studiengänge nicht auf Kosten des grundständigen Physikstudiums gehen.

Ein Studium in Deutschland ist für viele internationale Studierende der erste Schritt für ein Leben in Deutschland. Da die Studierendenzahlen im Fach Physik rückläufig sind und die Arbeit im QT-Bereich häufig ausgesprochen international ausgerichtet ist, sollten die Internationalisierungsbestrebungen der Hochschulen unterstützt werden.

Mögliche Handlungsspielräume für eine höhere Passung von Bedarf und Studienangebot

- **Praxisorientierung im Studium fördern**
  beispielsweise durch projektorientierte Lehre; Einbindung von Praktikerinnen und Praktikern; Reform der Laborpraktika
- **Internationalisierung stärken**
  beispielsweise durch Joint Degrees; Austauschformate; internationale Summer Schools
- **Quantum-ready Bedarf aufgreifen**
  beispielsweise durch einzelne Module mit QT-Fokus und interdisziplinäre Formate
- **Grundlegende Physik stärken**
  beispielsweise durch Stärkung der Praxisorientierung und kooperativen Lehre auch im grundständigen Physikstudium

Fachkräfteorientierung und internationale Rekrutierung strategisch unterstützen

Für die in dieser Erhebung befragten Unternehmen, Hochschulen und Forschungsinstitute ist die Rekrutierung internationaler Fachkräfte bereits jetzt ein wichtiger Hebel zur Deckung ihres Fachkräftebedarfs. Für Unternehmen lässt sich feststellen, dass sie bereits jetzt internationaler aufgestellt sind als Unternehmen aus anderen Technologiebereichen. Dieser Trend wird sich in allen betrachteten Sektoren weiter verstärken. Bereits jetzt werden insbesondere in Unternehmen teils erhebliche Anstrengungen getätigt, um passendes Personal international anzuwerben. Die seit 2023 geltenden Erweiterungen des

Fachkräfteeinwanderungsgesetzes (FEG) dürften hier bereits erleichternd wirken (Schultz & Mecke, 2024).[6] Aufgrund der qualitativ hohen und fachlich sehr spezifischen Anforderungen lässt sich ein Bedarf vor allem bei Orientierung und Vermittlung ableiten.

Weiterhin bleiben Fachkräfte mit einem Hochschulabschluss aus Deutschland sehr relevant. Entsprechend sollten insbesondere Unternehmen die Orientierung und Bindung Studierender schon während des Studiums anstreben. Industriepromotionen sind bereits ein gängiges Mittel, das sich auch noch auf dem Masterniveau ausbauen ließe.

Mögliche Handlungsspielräume für Rekrutierung und Fachkräfteorientierung

- **Unterstützung für Unternehmen ausbauen**
  beispielsweise durch gezielte Beratungsangebote; Vermittlung; Prozessverschlankung
- **Unterstützung für potenzielle Fachkräfte insbesondere mit Perspektive Chancenkarte**
  beispielsweise durch gezielte Beratung und Vermittlung; Unterstützung beim Familiennachzug; Integration und Sensibilisierung von Unternehmen für Diversitätsaspekte
- **Internationale Sichtbarkeit stärken**
  beispielsweise durch gezielte Werbung; Einrichten von Rekrutierungsbüros; Präsenz auf Messen oder Konferenzen
- **Internationale Talent-Pipeline aufbauen**
  beispielsweise durch internationale Summer Schools und Studien- beziehungsweise Forschungsstipendien
- **Frühe Unternehmensbindung fördern**
  beispielsweise durch Ausbau und Unterstützung von Industriepromotionen und industrienaher Masterarbeiten

MINT-Bildung entlang der Bildungskette stärken

Die Ergebnisse in diesem Zwischenbericht zeigen, dass sich die Fachkräftesituation im Bereich Quantentechnologie nur bedingt als ein Nischenproblem hochspezialisierter Experten darstellt. Auch technisches Unterstützungspersonal mit keinen oder nur sehr wenigen QT-spezifischen Kompetenzen, das für die Entwicklung von Quantentechnologien jedoch ebenfalls hochrelevant ist, kann teilweise nur mit großen Schwierigkeiten gewonnen werden. Daher sollte die Fachkräftesituation auch im QT-Bereich vielmehr im Kontext breiter MINT-Bildung betrachtet werden.

Auch der beschriebene Bedarf an akademisch qualifizierten Fachkräften aus verschiedenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen ordnet die QT-Fachkräftesituation in die breitere MINT-Problematik ein: Zwischen 2011 und 2026 sank sowohl der Anteil als auch die Anzahl von Schülerinnen und Schülern in Physik-Leistungskursen von 15 auf 9 Prozent. In absoluten Zahlen sank ihr Anteil von 36.000 Jugendlichen im Schuljahr 2010/11 auf 24.000 im Schuljahr 2023/24 (Düchs & Runge, 2025). Die für QT relevanten Fächergruppen weisen abseits der Informatik deutlich sinkende Studierendenzahlen auf. Elektro- und Informationstechnik verzeichnet ein Minus von 11,7 Prozent, Mathematik ein Minus von 22,4 Prozent und Physik/Astronomie ein Minus von 12,7 Prozent (Stifterverband, 2026).

In ähnlicher Weise sind die Studierendenzahlen im Physiklehramt in den vergangenen Jahren deutlich gesunken. Langjährig konstant hohe Abbruchquoten von rund 50 Prozent im Fach Physik sind daher nicht zufriedenstellend (Düchs & Runge, 2025). Maßnahmen, die das MINT-Interesse und die MINT-Kompetenzen entlang der gesamten Bildungskette stärken und den Studienerfolg in MINT-Studiengängen erhöhen, können auch den potenziellen QT-Fachkräftepool maßgeblich erhöhen.

[6] Mit Blick auf die spezifischen QT-Bedarfe lassen sich aus allgemeinen Fachkräftemigrationsdaten nur bedingt Rückschlüsse ziehen. Viele der in der Breite relevantesten Herausforderungen (Sprache, Gehalt) dürften für QT-Unternehmen nur bedingt gelten. Umso relevanter dürften Möglichkeiten wie die Chancenkarte sein.

Mögliche Handlungsspielräume zur Stärkung der MINT-Bildung

- **Frühe MINT-Bildung fördern**
  beispielsweise durch Ausbau und Verstetigung von Schülerlaboren inklusive Kooperation mit (Grund-)Schulen; Einführung des Pflichtfachs Informatik
- **MINT-Bildung in Schulen stärken**
  beispielsweise durch Anpassung der Lehramtsstudiengänge (Professionsorientierung); Stärkung der MINT-Didaktik im Lehramtsstudium und Fortbildung; Priorisierung der Reduktion des MINT-Lehrkräftemangels
- **MINT-Studienerfolg erhöhen**
  beispielsweise durch Brückenkurse (Gestaltung und Verbindlichkeit); Intensivierung von Begleitung und Mentoring; Steigerung der Lehrqualität

Förderlandschaft beibehalten und strategisch schärfen

Übergeordnet ist festzuhalten, dass alle befragten Sektoren in hohem Maße auf öffentliche Förderung angewiesen sind, um ihren Fachkräftebedarf zu sichern. Da die hochspezifischen Fähigkeiten und Kenntnisse nicht nur im Studium, sondern zum großen Teil während der Tätigkeit in Unternehmen gewonnen werden, sind aus Sicht der befragten Organisationen die bestehenden Fördermaßnahmen nicht nur zur Stärkung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit und des Innovationsstandorts, sondern auch aus der Perspektive einer Fachkräftesicherung und -entwicklung beizubehalten.

Obwohl die befragten Organisationen große Kooperationsbereitschaft zeigen, sind entsprechende Kooperationen noch nicht flächendeckend etabliert und scheitern teilweise an Zielkonflikten, unterschiedlichen Organisationslogiken und Anreizsystemen. Die Förderung sollte daher stärkere Anreize für eine vertiefte Zusammenarbeit setzen. Dabei müssen unterschiedliche Organisationskulturen und Anreizsysteme berücksichtigt und Perspektivwechsel gezielt unterstützt werden.

Mögliche Handlungsspielräume zur strategischen Schärfung der Förderlandschaft

- **Fachkräfteentwicklung als Querschnittsdimension in Förderprogrammen mitdenken**
  beispielsweise durch Aufnahme des Beitrags zur Entwicklung, Bindung und Gewinnung von QT-relevanten Fachkräften als ergänzendes Bewertungskriterium
- **Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gezielt vertiefen und Perspektivwechsel fördern**
  beispielsweise durch Pilotformate, die nicht nur technologische Ergebnisse, sondern auch Formen der Zusammenarbeit erproben (gemeinsame Projektstellen, industrienahe und kollaborative Promotionen und Abschlussarbeiten, zeitlich begrenzte Austauschformate, gemeinsam genutzte Infrastruktur)
- **Grundlagenforschung und langfristige Kompetenzbasis absichern**
  beispielsweise, indem Anwendungsförderung nicht zulasten von Grundlagenforschung geht; prüfen, inwiefern Anwendungsbezug und Lehre der Grundlagen stärker verbunden werden können (projektbasierte Lehre)

4.2 Ausblick auf die zweite Projektphase

Dieser Bericht stellt die Erkenntnisse der ersten Projektphase dar. In der zweiten Projektphase werden sie validiert und erweitert. Dazu wird ein neues Befragungsinstrument entwickelt, das den Bedarf an Fachkräften sowie die zugehörigen Qualifikationsprofile sektorenübergreifend ermitteln soll. Die anschließende Erhebung erlaubt in Kombination mit den vorausgegangenen quantitativen Erhebungen eine umfassendere und präzisere Einschätzung des Fachkräfte- und Qualifikationsbedarfs im Quantentechnologiebereich. Mit dieser sektorübergreifenden Erhebung sollen auch die in der ersten Projektphase identifizierten Wissenslücken geschlossen werden. Von besonderem Interesse sind Fragen, die auf Basis der bisherigen Auswertung nur eingeschränkt oder gar nicht analysiert werden konnten, etwa regionale Verteilungen und Vernetzungen von QT-Aktivitäten in Deutschland.

Der im Vergleich zu den in der ersten Projektphase genutzten Erhebungen (FuE, Hochschul-Barometer) reduzierte Fragenumfang kann zudem dazu beitragen, die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen und vollständigere Rückmeldungen zu erhalten. Gleichzeitig kann die Qualität der Antworten durch die Fokussierung auf QT-Akteure bei der Konzeption der Fragen und Antwortkategorien gesteigert werden. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der geplanten Erhebung um ein neu entwickeltes Erhebungsinstrument handelt, für das noch keine etablierten Rücklaufmuster vorliegen.

Ergänzend wird die Suchtaxonomie für die Bildungsangebote im Bereich Quantentechnologie auf Basis der Befragungen und Interviews der ersten Phase verfeinert und das Kursangebot auf einer erweiterten Datenbasis ausgewertet. Indem beide Perspektiven abschließend miteinander verbunden werden, kann der Bedarf und das Angebot an Fachkräften für Quantentechnologien genauer betrachtet werden.

5. LITERATURVERZEICHNIS

Douglass, J., Schwamberger, S., Silberman, D., Teague, C., Tilleman-Dick, C., Williams, E. et al. (2023): *Guide to Building a Quantum Technician Workforce*. Arlington, VA: SRI International. https://quantumconsortium.org/publication/guide-to-building-a-quantum-technician-workforce-2/

Düchs, G. & Runge, E. (2025). *Physikunterricht im Abwärtstrend? Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2025*. Bad Honnef: Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG). https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/magazine-und-online-angebote/pj/studierendenstatistiken/pdf/studierendenstatistik-2025.pdf

Goorney, S., Karydi, E., Munoz, B., Santesson, O., Seskir, Z. C., Tudoran, A. A. et al. (2026). The quantum technology job market: data driven analysis of 3641 job posts. *EPJ Quantum Technology*, *13*(36). https://doi.org/10.1140/epjqt/s40507-026-00477-z

Greinert, F. & Müller, R. (2024). *European Competence Framework for Quantum Technologies (CFQT). Reference framework for planning, mapping and comparing QT-related educational activities, personal qualification and job requirements*. Version 2.5. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2759/389764

Hochschulrektorenkonferenz (o. J.): *Hochschulkompass*. Online verfügbar unter: https://www.hochschulkompass.de/

Schultz, S. U. & Mecke, C. (2024). *Fachkräftemigrationsmonitor 2024. Fachkräfteengpässe von Unternehmen in Deutschland, Trends und Potenziale zum Zuzug ausländischer Fachkräfte*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. https://doi.org/10.11586/2024186

Soller, H., Gschwendtner, M., Shabani, S., & Svejstrup, W. (2025). *The Year of Quantum: From concept to reality in 2025*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/the-year-of-quantum-from-concept-to-reality-in-2025

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. (2026). *Auf einen Blick: MINT-Studierende 2026. Daten, Zahlen, Fakten.* Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/2026-06/mint-studierende_2026.pdf

SV Wissenschaftsstatistik (2025): *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2023*. Essen: Stifterverband. https://doi.org/10.60598/fue.facts.2023

VDI Technologiezentrum GmbH (2018): *Erhebung des Lehrangebotes mit Bezug zu den Quantentechnologien an deutschen Hochschulen und hochschulnahen Forschungseinrichtungen*. Düsseldorf. https://www.quantensysteme.info/publikationen/detailseite/q/erhebung-des-lehrangebotes-mit-bezug-zu-den-quantentechnologien-an-deutschen-hochschulen-und-hochschulnahen-forschungseinrichtungen

Impressum

Essen, 2026

Herausgeber
Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.
Baedekerstraße 1 . 45128 Essen
T 0201 8401-0 . mail@stifterverband.de
www.stifterverband.org

Projektverantwortung
Andreas Land

Zitationshinweis
Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft: Fachkräfte für Quantentechnologien. Analyse von Bedarf und Angebot im Projekt QUANTiFaID. Essen, 2026.

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt.