

# Das globale Quantentechnologie- Ökosystem im Überblick

Eine umfassende Analyse basierend auf Daten zu Innovationen,  
Unternehmen, Investitionen, Qualifikationen, Handel und Politik

Dezember 2025 | Zusammenfassung



## Vorwort

Vor genau 100 Jahren sah die Welt die ersten Anfänge der Quantenmechanik. Auf Grundlage dieser Forschungen werden heute Quantentechnologien entwickelt, um die Grenzen des menschlichen Wissens zu erweitern und komplexe Probleme zu lösen, die mit herkömmlichen digitalen Technologien nicht zu bewältigen sind. Quantentechnologien haben das Potenzial, leistungsfähige neue Formen der Computertechnik zu ermöglichen, sensible Kommunikation zu schützen und in der Sensor- und Messtechnik ein Maß an Präzision zu erreichen, das bahnbrechende Fortschritte gestattet – von der medizinischen Bildgebung über die Navigation bis hin zum Umweltmonitoring.

Regierungen überall auf der Welt haben erkannt, welche Möglichkeiten Quantentechnologien für die Neugestaltung ganzer Branchen und die Erzielung wissenschaftlicher Durchbrüche bieten, und ergreifen entsprechende Maßnahmen. Mehr als 30 Länder haben maßgeschneiderte politische Strategien für die verantwortungsvolle Entwicklung und Nutzung von Quantentechnologien formuliert, darunter 18 OECD-Staaten, die bereits über umfassende nationale Quantenstrategien verfügen.

Um die Erarbeitung und Umsetzung dieser Strategien zu unterstützen, gibt der vorliegende Bericht einen ausführlichen Überblick über die Ökosysteme im Zusammenhang mit Quantentechnologien. Hierfür skizziert er deren Entwicklung innerhalb eines dynamischen Netzwerks von Akteuren, das Forschungseinrichtungen, innovative Start-ups, etablierte Unternehmen, Investoren und staatliche Stellen umfasst. Ergänzend dazu enthält er aktuelle Analysen, z. B. zu Investitionsverhalten und Qualifikationsanforderungen, sowie erste Daten zu Handelsströmen im Kontext von Ausrüstungsgütern, Waren und Rohstoffen, die für Quantentechnologien relevant sind. Auf Grundlage dieser Analyse formuliert der Bericht Schlüsselerkenntnisse für Regierungen, die Strategien zur Innovationsförderung entwickeln wollen, und nimmt eine Bewertung staatlicher Maßnahmen vor, mit denen die Entwicklung von Quantentechnologien gefördert und stimuliert werden soll.

Die in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Patentamt (EPA) erstellte Studie stützt sich auf eine Reihe von Datenquellen, um Aufschluss über Wissenschaft und Forschung, Unternehmen, Investitionen, Qualifikationen, Handelsströme und politische Strategien zu geben, die für das Quantentechnologie-Ökosystem charakteristisch sind. Unsere Zusammenarbeit eröffnet einzigartige Einblicke in die Entwicklung dieses Ökosystems und unterstreicht den Wert der internationalen Kooperation beim Aufbau einer soliden Evidenzbasis für eine fundierte Politikgestaltung in besonders dynamischen Bereichen.

Der vorliegende Bericht baut auf verwandten Publikationen der OECD wie „Quantum Technologies Policy Primer“ (2025) und „Overview of National Strategies and Policies for Quantum Technologies“ (2025) auf. Er ist Teil unserer Bemühungen um die Schaffung einer vertieften Evidenzbasis und einer verstärkten internationalen Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten mit dem Ziel, politische Strategien und bewährte Praktiken für eine verantwortungsvolle Entwicklung und Nutzung von Quantentechnologien zu identifizieren.

Wir wollen politische Entscheidungsträger dabei unterstützen, die Chancen und Herausforderungen dieses neuen Technologiebereichs zu meistern und eine Zukunft zu formen, in der Quantentechnologie zum Vorteil unserer Volkswirtschaften und Gesellschaften eingesetzt werden kann.

Mathias Cormann  
*Stellvertretender Generalsekretär der OECD*

Quantentechnologien haben das Potenzial für weitreichende gesellschaftliche Veränderungen. Sie könnten beispiellose Fortschritte bei Kommunikationssicherheit, Rechenleistung und Sensortechnik ermöglichen und den verschiedensten Bereichen zugutekommen, von der Verteidigung über das Gesundheitswesen bis zum Umweltschutz. Mario Draghis wegweisender Bericht identifiziert Quantentechnologien als strategische Priorität und betont ihre Bedeutung für die industrielle Wettbewerbsfähigkeit und technologische Souveränität Europas.

Trotz ihres Transformationsversprechens befinden sich Quantentechnologien aber immer noch im Frühstadium ihrer Entwicklung. Politische Entscheidungsträger, Forschungseinrichtungen, Start-ups und etablierte Unternehmen investieren erhebliche Summen in die Schaffung eines Ökosystems, das den Übergang der Quantenwissenschaften aus dem Labor in den Markt ermöglicht. Es ist dringend geboten, die Fortschritte in diesem zunehmend komplexen Umfeld genau zu beobachten, um die Maßnahmen besser koordinieren zu können und das Versprechen der Quantentechnologien Wirklichkeit werden zu lassen.

Anlässlich der Ausrufung des Jahres 2025 zum Internationalen Jahr der Quantenwissenschaft und -technologie durch die Vereinten Nationen haben sich das EPA und die OECD nun zusammengetan, um eine neue Studie zu diesem Thema vorzulegen. Durch die Bündelung ihrer komplementären Fachkenntnisse sind die beiden Organisationen in der Lage, einen nie dagewesenen Überblick über das weltweite Ökosystem für Quantentechnologien zu geben. Die Studie ist in ihrer Breite und Tiefe einzigartig. Sie bietet eine umfassende Analyse von Patentierungsaktivitäten, Investitionen, Qualifikationen, Lieferketten und politischen Trends und soll der Quanten-Community in den kommenden Jahren als wertvolle Orientierungshilfe dienen.

Die Studie zeigt die rasche Ausdehnung des Quantentechnologie-Ökosystems und sein dynamisches Wachstum bei Innovationen, Unternehmensgründungen und Investitionen, insbesondere im Bereich Quanten-Computing. Obwohl Europa über eine solide Basis dynamischer Quanten-Start-ups verfügt, können diese weniger Risikokapital einwerben als ihre Pendanten in den USA. Etablierte Großunternehmen, die hauptsächlich außerhalb des Ökosystems tätig sind, tragen wesentlich zu dessen Entwicklung bei und werden eine wichtige Rolle bei der künftigen Vermarktung quantentechnologischer Lösungen spielen. Trotz rascher Fortschritte liegt der Fokus weiter auf der technologischen Entwicklung anstelle auf der kommerziellen Verwertung, wobei die wachsende Abhängigkeit von wenigen strategischen Lieferanten eine zusätzliche systemische Schwäche darstellt. Staatliche Strategien konzentrieren sich bisher in erster Linie auf die Förderung von Forschung und Entwicklung; künftige Anstrengungen müssen jedoch weiter gefasst werden, um Europas Fortschritte bei Quantentechnologien abzusichern.

Im Rahmen dieser umfassenderen Anstrengungen zur Stärkung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit hat die Beobachtungsstelle für Patente und Technologie des EPA eine neue Plattform zu Quantentechnologien ins Leben gerufen, die einzigartige Einblicke in technologische Entwicklungen bietet. Zudem wurde der Deep Tech Finder um einen neuen Filter erweitert, der die Ermittlung von Start-ups erleichtert, die sich auf Quanteninnovationen spezialisiert haben. Die betreffenden Ressourcen sind unter [epo.org/trends-quantum](https://epo.org/trends-quantum) zu finden. Gemeinsam stärken diese Tools die Rolle von Patenten als Eckpfeiler für die Weiterentwicklung von Quantentechnologien und unterstützen Innovatoren dabei, ihre Forschungsergebnisse aus dem Labor auf den Markt zu bringen.

Bei der Umsetzung dieses Projekts wurde die Beobachtungsstelle des EPA von den 14 nationalen Patentämtern der folgenden Länder unterstützt: Belgien, Finnland, Frankreich, Kroatien, Lettland, Luxemburg, Monaco, Niederlande, Österreich, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Vereinigtes Königreich und Zypern. Wir freuen uns auf die Fortsetzung dieser fruchtbaren Zusammenarbeit.

António Campinos  
*Präsident, Europäisches Patentamt*

## Zusammenfassung

Die verschiedenen Bereiche der Quantentechnologie, konkret Quantenkommunikation, Quanten-Computing (einschließlich Simulation) und Quantensensorik, haben das Potenzial, in einem breiten Spektrum von Branchen und Anwendungen tief greifende Auswirkungen auf Wirtschaft, Gesellschaft, Wissenschaft und Sicherheit zu entfalten.

Vor diesem Hintergrund ist das Quantentechnologie-Ökosystem (nachfolgend „Quantenökosystem“) mit seiner Vielzahl unterschiedlicher Akteure – darunter große multinationale Unternehmen (MNU), kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), Start-ups, Hochschulen, öffentliche Forschungseinrichtungen (PRO) und Investmentfirmen – zu einem Bereich von strategischem Interesse geworden. Trotz des frühen Reifestadiums und der bis dato begrenzten Kommerzialisierung der meisten Quantentechnologien ist es von entscheidender Bedeutung, die Struktur und Dynamik des Quantenökosystems zu verstehen, um seine künftige Entwicklung und den politischen Handlungsbedarf vorherzusagen zu können.

Der vorliegende Bericht untersucht dieses Ökosystem mit Blick auf das komplexe Geflecht von Akteuren und Beziehungen, das der modernen Industrieproduktion zugrunde liegt. Er benennt zentrale Herausforderungen wie Hindernisse für die Entwicklung und Verbreitung von Technologien und identifiziert Schwachstellen bei Qualifikationsprofilen und beim Zugang zu kritischen Produkten. Dabei stützt er sich auf eine Reihe von Datenquellen, um verschiedene Dimensionen des Quantenökosystems abzubilden und dessen Vielfalt und Komplexität sichtbar zu machen.

Der Bericht beschreibt den aktuellen Stand der technologischen Entwicklung im Quantensektor auf Grundlage von Patentdaten und identifiziert die wichtigsten Stakeholder innerhalb des Ökosystems. Hierfür unterscheidet er zwischen einer Kerngruppe von Unternehmen, die sich hauptsächlich mit der Entwicklung von Quanten- und zugehörigen Technologien befassen, und einem breiteren Ökosystem von Organisationen, die zwar zur Quantenentwicklung beitragen, primär jedoch andere Geschäftsziele verfolgen.

Er dokumentiert aktuelle Investitionstrends sowie die Qualifikationen und Berufsbilder, die im Zusammenhang mit diesen Stakeholdern relevant sind. Trotz der derzeit begrenzten Marktgröße enthält der Bericht erste Erkenntnisse zum Handel mit quantenrelevanten Gütern und beleuchtet staatliche Maßnahmen zur Förderung der Quantenentwicklung mit Schwerpunkt auf der öffentlichen F&E-Finanzierung.

## Die wichtigsten Ergebnisse

### 1. Das Wachstum der einzelnen Technologien verläuft rasch, aber ungleichmäßig

Das Ökosystem wächst rasant, was sich in der steigenden Anzahl von Unternehmensgründungen, zunehmenden Investitionen – sowohl von Risikokapitalgebern als auch von Unternehmen – und einer stark steigenden Innovationsfähigkeit in mehreren konkurrierenden Alternativtechnologien innerhalb der einzelnen Quantenbereiche zeigt. Während Quantenkommunikation sowohl bei den Unternehmensgründungen als auch den Patentierungsaktivitäten führend bleibt, ist Quanten-Computing gegenwärtig der dynamischste Bereich mit dem stärksten zahlenmäßigen Anstieg.

Abbildung E1 zeigt, dass sich die Zahl der internationalen Patentfamilien (IPF) im Quantenbereich zwischen 2005 und 2024 versiebenfacht hat, wobei das Wachstum größtenteils im vergangenen Jahrzehnt erfolgt ist. Seit 2014

lag die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (CAGR) quantenbezogener IPF bei 20 % und damit weit über dem über alle Technologien hinweg beobachteten Wachstum von 2 %. Bis 2022 entfielen die meisten IPF auf Quantenkommunikation; mittlerweile wurde dieser Bereich jedoch von Quantum-Computing überholt. Von allen Bereichen hat Quantum-Computing in den vergangenen zehn Jahren das stärkste Wachstum verzeichnet und sich seit 2014 fast verzehnfacht. Dem steht eine Verdreifachung im Bereich Quantenkommunikation und eine Verdoppelung bei der quantenbasierten Sensortechnik entgegen. Abbildung E2 zeigt für den Zeitraum bis 2021 eine ähnlich positive Entwicklung bei den Unternehmensgründungen über alle Quantenbereiche hinweg (aufgrund von Verzögerungen zwischen der Gründung und der Aufnahme in Datenbanken sind neuere Daten vermutlich unvollständig).

Abbildung E1

IPF-Trends bei Quantentechnologien nach Bereich

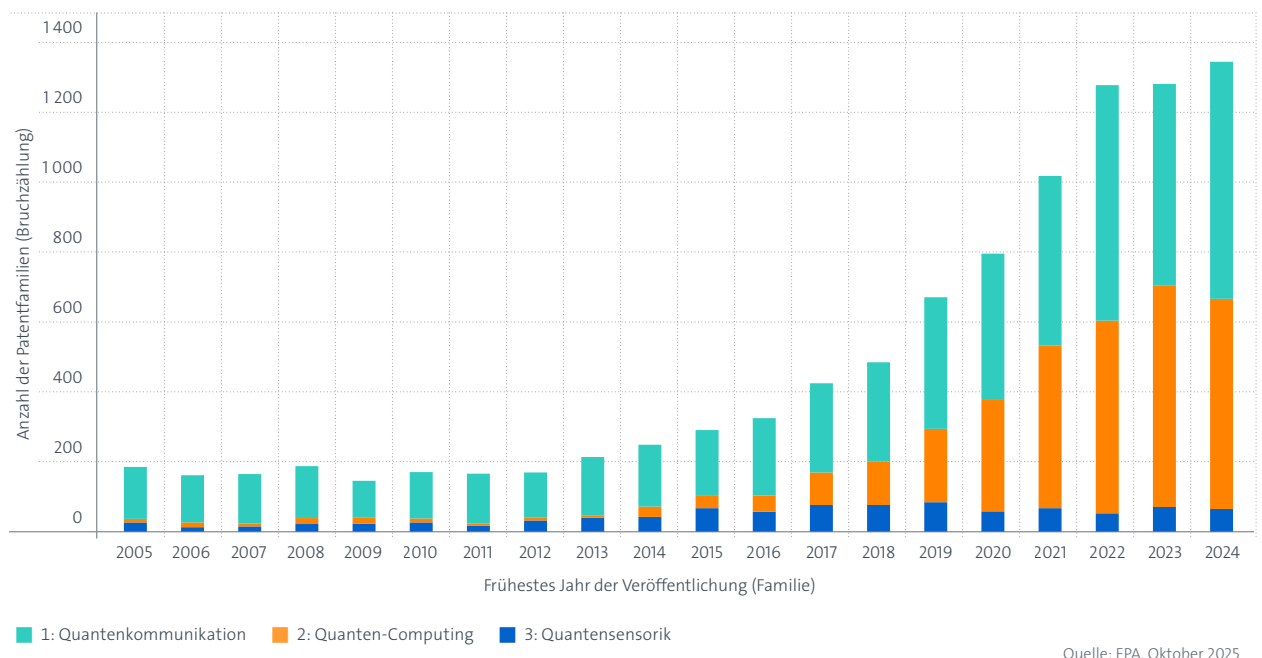
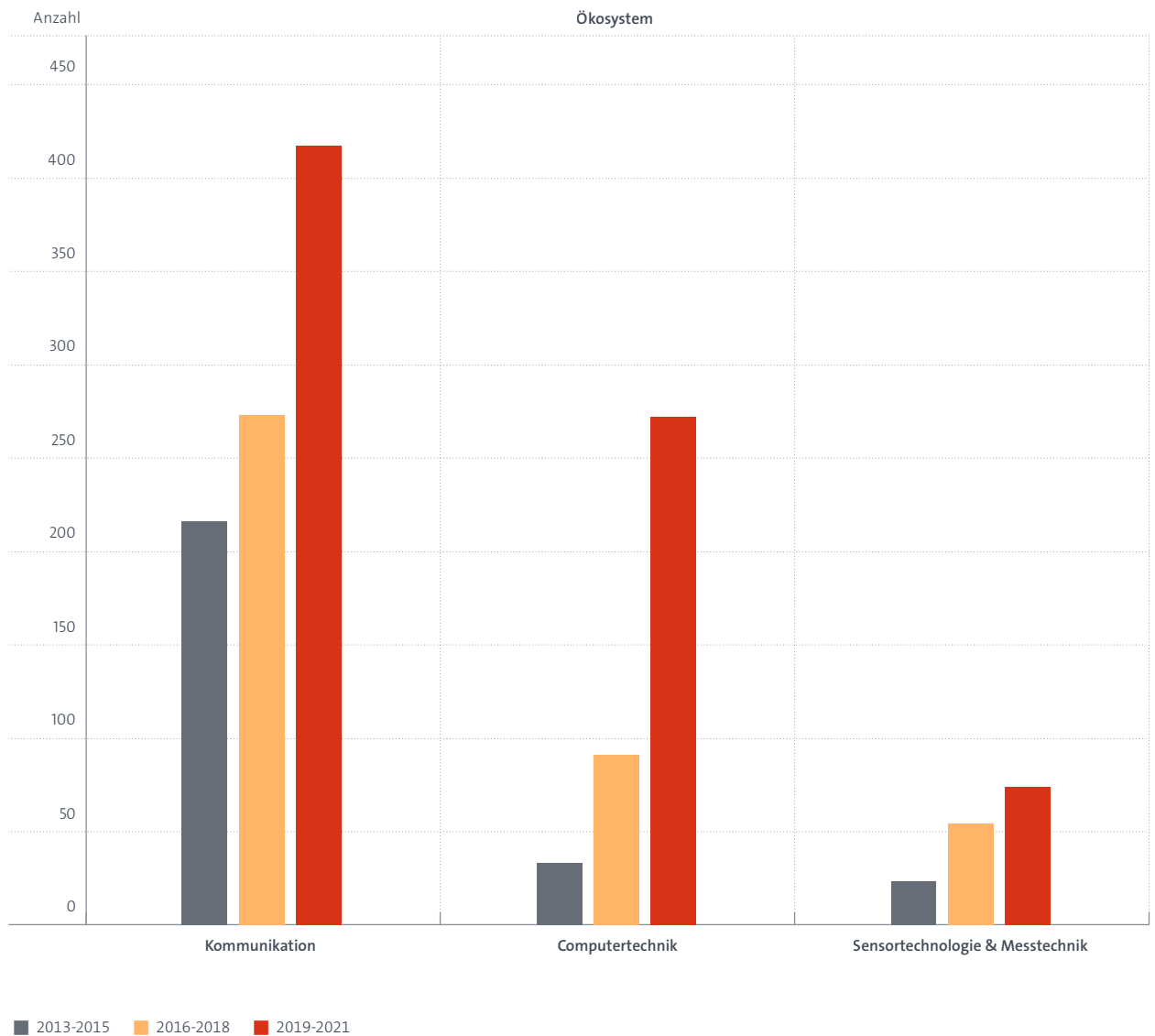


Abbildung E2

Unternehmenseintritte in das Quantenökosystem nach Haupttechnologie: 2013-2021



Anmerkung: Die Abbildung zeigt nur Unternehmen mit einem quantenbezogenen Patent. Als Eintritt in das Quantenökosystem gilt das Jahr des ersten quantenbezogenen Patents eines Unternehmens. Die Definition der Haupttechnologie eines Unternehmens erfolgt auf Basis der Technologie, die nach aktueller Datenlage (2025) am stärksten im Patentportfolio des Unternehmens vertreten ist. Hat ein Unternehmen dieselbe Zahl von Patenten in mehreren Technologien angemeldet, erfolgt eine proportionale Verteilung auf die betreffenden Kategorien.

Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf OECD, STI Micro-data Lab und Orbis, Bureau van Dijk, Oktober 2025

## 2. Junge Unternehmen mit Fokus auf Quantentechnologien existieren neben diversifizierten etablierten Akteuren

Charakteristisch für das breitere Ökosystem ist die Koexistenz einer relativ kleinen Anzahl von „Kernunternehmen“, die sich primär mit der Entwicklung von Quanten- und zugehörigen Technologien befassen, und einer Vielzahl von nicht zum Kernbereich gehörenden Organisationen, die sich aus etablierten großen Unternehmen, Hochschulen und PRO zusammensetzen, die zunehmend im Quantensektor aktiv sind. Das breitere Ökosystem spielt sowohl bei der Innovation als auch beim Personalbedarf eine zentrale Rolle, da die meisten Patente und quantenbezogenen Stellenanzeigen von Unternehmen stammen, deren Hauptgeschäft außerhalb des Quantensektors liegt. Dies unterstreicht die Bedeutung großer etablierter Akteure, die außerhalb des Kernbereichs tätig sind, und das Potenzial von Unternehmen, die spezifische Quantenanwendungen für den eigenen Gebrauch entwickeln, um das Wachstum des Ökosystems voranzutreiben.

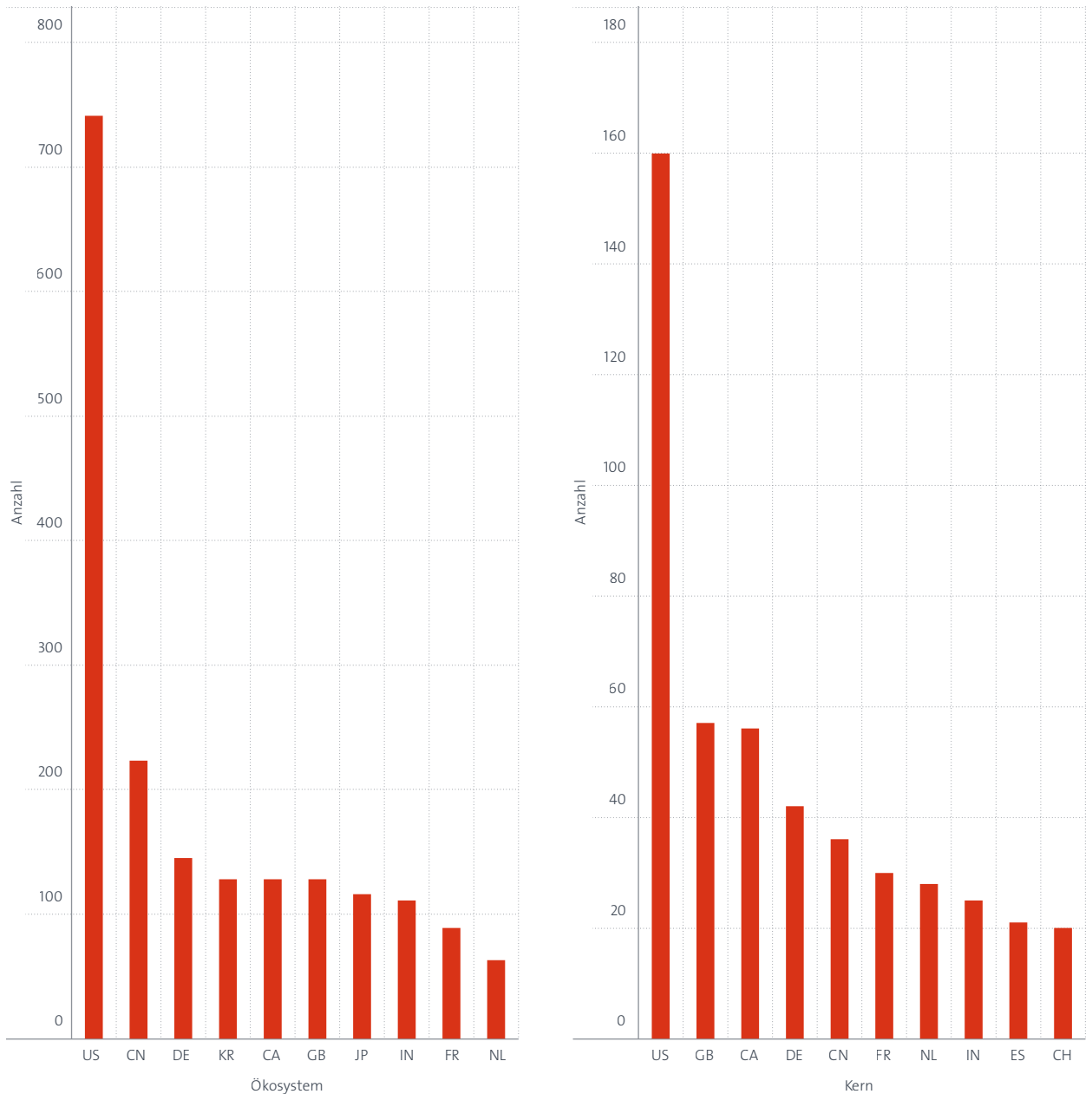
Das industrielle Ökosystem im Bereich der Quantentechnologien umfasst 4 622 Organisationen, darunter 830 Kernunternehmen, deren Aktivitäten sich hauptsächlich oder ausschließlich auf derartige Technologien konzentrieren. Kernunternehmen sind in der Regel Start-ups, die in hohem Maße auf Frühphasenfinanzierung und öffentliche Mittel angewiesen sind. Obwohl diesen Unternehmen eine Schlüsselrolle bei der Übersetzung von Deep-Tech-Forschung aus Hochschulen in marktfähige Anwendungen zukommt, entfällt der Großteil der Quantenaktivitäten auf das breitere Ökosystem (einschließlich öffentliche Forschungseinrichtungen, PRO und großer etablierter Unternehmen). Diese nicht zum Kernbereich zählenden Organisationen, deren Hauptgeschäft nicht im Quantensektor liegt,

machen mehr als 80 % des Ökosystems aus, melden die meisten quantenbezogenen Patente an und schaffen die meisten Stellen in diesem Sektor. Mit zunehmender Reife der Quantentechnologien dürften große etablierte Unternehmen außerhalb des Kernbereichs eine besonders gute Ausgangsposition für deren kommerzielle Verwertung haben, da sie Quanteninnovationen in ihre Abläufe integrieren können, ohne die für Start-ups typischen Skalierungsprobleme bewältigen zu müssen.

Die relative Bedeutung von Kernunternehmen fällt von Land zu Land unterschiedlich aus, wobei ihr Anteil am Quantenökosystem in den USA geringer ist als in den meisten europäischen Ländern und in Kanada. Aus diesen Unterschieden lässt sich ablesen, in welchem Maße nationale Ökosysteme bei der Vermarktung von Quantentechnologien auf die Skalierung ihrer Start-ups angewiesen sein werden. Bei einer derartigen Interpretation ist allerdings Vorsicht geboten, da das breitere Ökosystem in den einzelnen Ländern nicht nur große, für die Kommerzialisierung gut aufgestellte Unternehmen enthält, sondern auch öffentliche Forschungseinrichtungen mit ganz anders gelagerten Rollen und Anreizen.

Abbildung E3

Anzahl der Eintritte von dem Quantenökosystem zuzurechnenden Unternehmen in den Quantenmarkt nach Land:  
2015-2024



Anmerkung: Dargestellt werden die zehn größten Länder nach Gesamteintritten in das Quantenökosystem sowie die Unternehmensgründungen im Kernbereich im Zeitraum von 2015 bis 2024. Hierzu zählen 1 872 der 4 622 Unternehmen aus dem Quantenökosystem sowie 475 der 830 quantenfokussierten Unternehmen (die übrigen Gründungen erfolgten vor 2015).

Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf OECD, STI Micro-data Lab, Oktober 2025

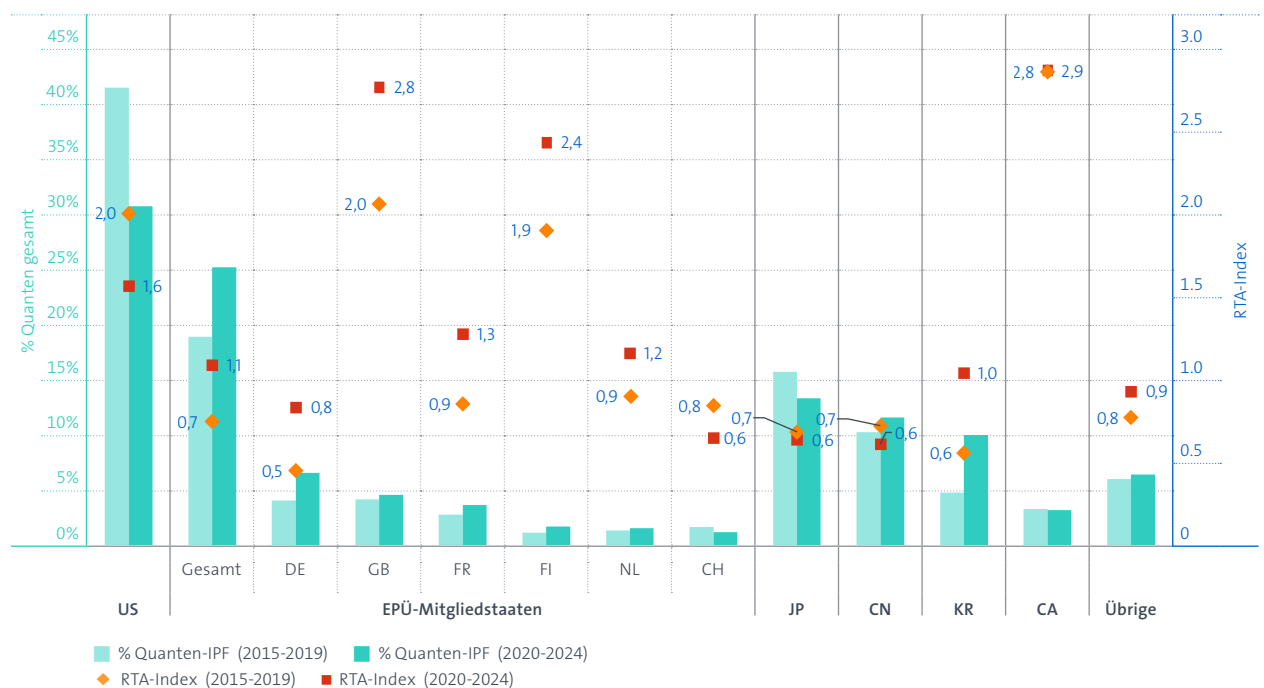
### 3. Trotz der geografischen Konzentration gibt es einen ausgeprägten internationalen Wettbewerb

Was Unternehmensgründungen, Innovationsleistung und mobilisierte Gesamtinvestitionen angeht, sind die Vereinigten Staaten in allen Quantenbereichen führend. Eine wichtige ergänzende Rolle in der entstehenden globalen Quantenlandschaft spielen außerdem Länder wie Kanada und das Vereinigte Königreich mit ihrem hohen relativen technologischen Spezialisierungsindex (RTA-Index) und einer großen Anzahl von Kernunternehmen sowie China, Deutschland, Japan und Korea (mit einem Fokus auf Quantenkommunikation), die über eine breite industrielle Basis und umfangreiche Patentportfolios verfügen.

Abbildung E4 macht deutlich, dass die Vereinigten Staaten den größten Anteil an Patentierungsaktivitäten im Quantensektor aufweisen, obwohl der Wert von 41 % im Zeitraum 2015-2019 auf 31 % im Zeitraum 2020-2024 zurückgegangen ist. Europa verzeichnet einen steigenden IPF-Anteil, der überwiegend von Deutschland, dem Vereinigten Königreich und Frankreich getragen wird. Japan hält Rang 2 bei den nationalen IPF-Anmeldungen, gefolgt von China und Korea. Mit Blick auf die technologische Spezialisierung weist Kanada den höchsten RTA-Index auf, gefolgt vom Vereinigten Königreich, Finnland, den Vereinigten Staaten und den Niederlanden.

Abbildung E4

Anteil der Quanten-IPF nach Region mit RTA-Index nach Region

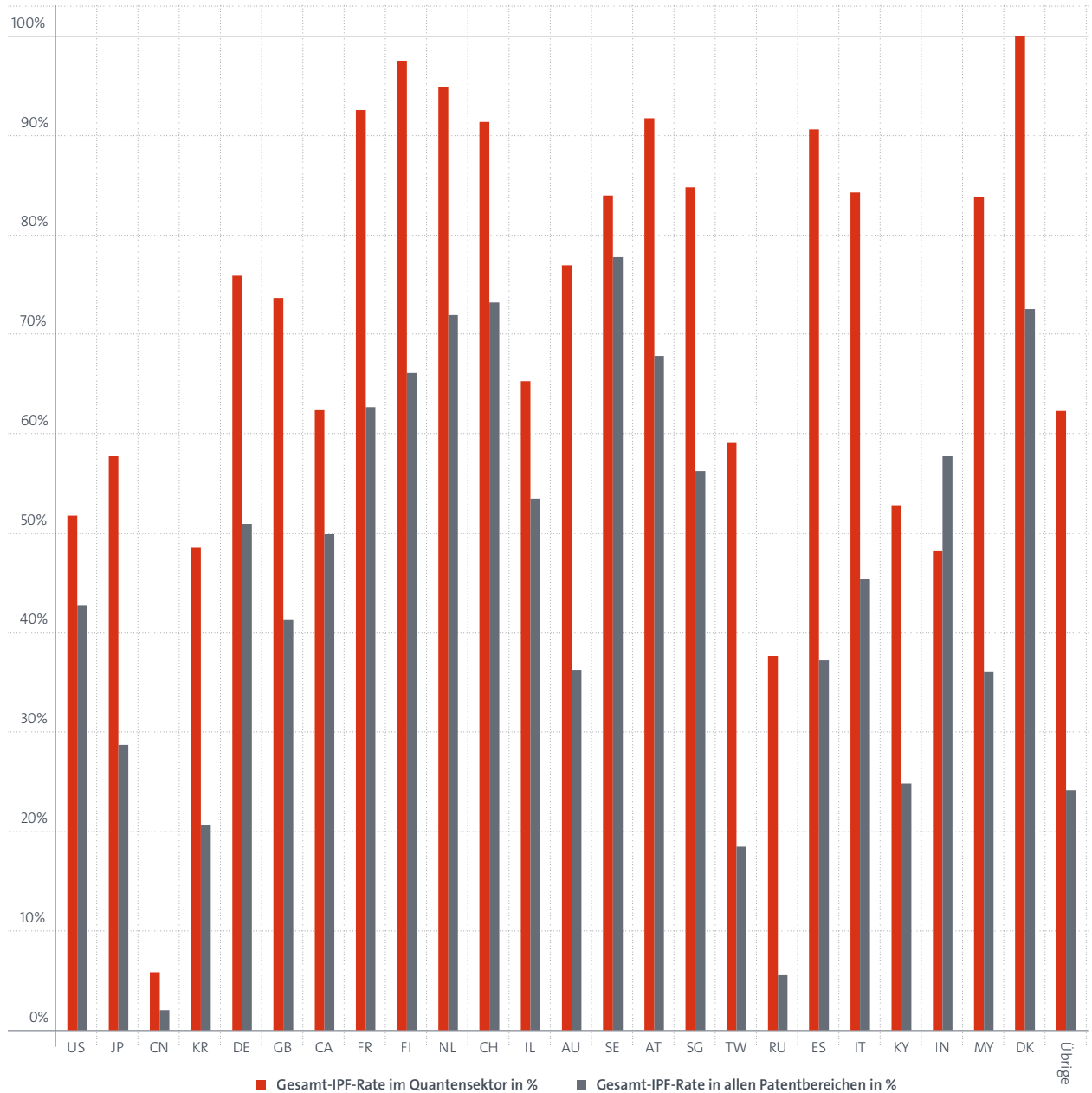


Anmerkung: Die Grafik zeigt den Anteil der globalen IPF (links) und den relativen technologischen Spezialisierungsindex (RTA-Index) (rechts) nach Anmelde-land für zwei Zeiträume. Der RTA-Index gibt den Spezialisierungsgrad eines Landes im Quantensektor an, indem die Zahl der nationalen Quantenpatente dem Anteil des jeweiligen Landes an den weltweiten Patentanmeldungen gegenübergestellt wird. Ein RTA-Index größer 1 zeigt an, dass ein Land eine stärkere Quantenspezialisierung als der weltweite Durchschnitt aufweist.

Quelle: EPA, Oktober 2025

Abbildung E5

Internationalisierungsgrad des Quantensektors nach Anmelde-land verglichen mit allen Technologiebereichen



Quelle: EPA

Der Internationalisierungsgrad, d. h. der IPF-Anteil an allen Patentfamilien, ist im Quantensektor mit 31,2 % deutlich höher als in allen anderen Patentbereichen (12,0 %). Abbildung E5 vergleicht den Internationalisierungsgrad des Quantensektors mit dem aller anderen Technologiebereiche nach Anmeldestandort und geordnet nach dem

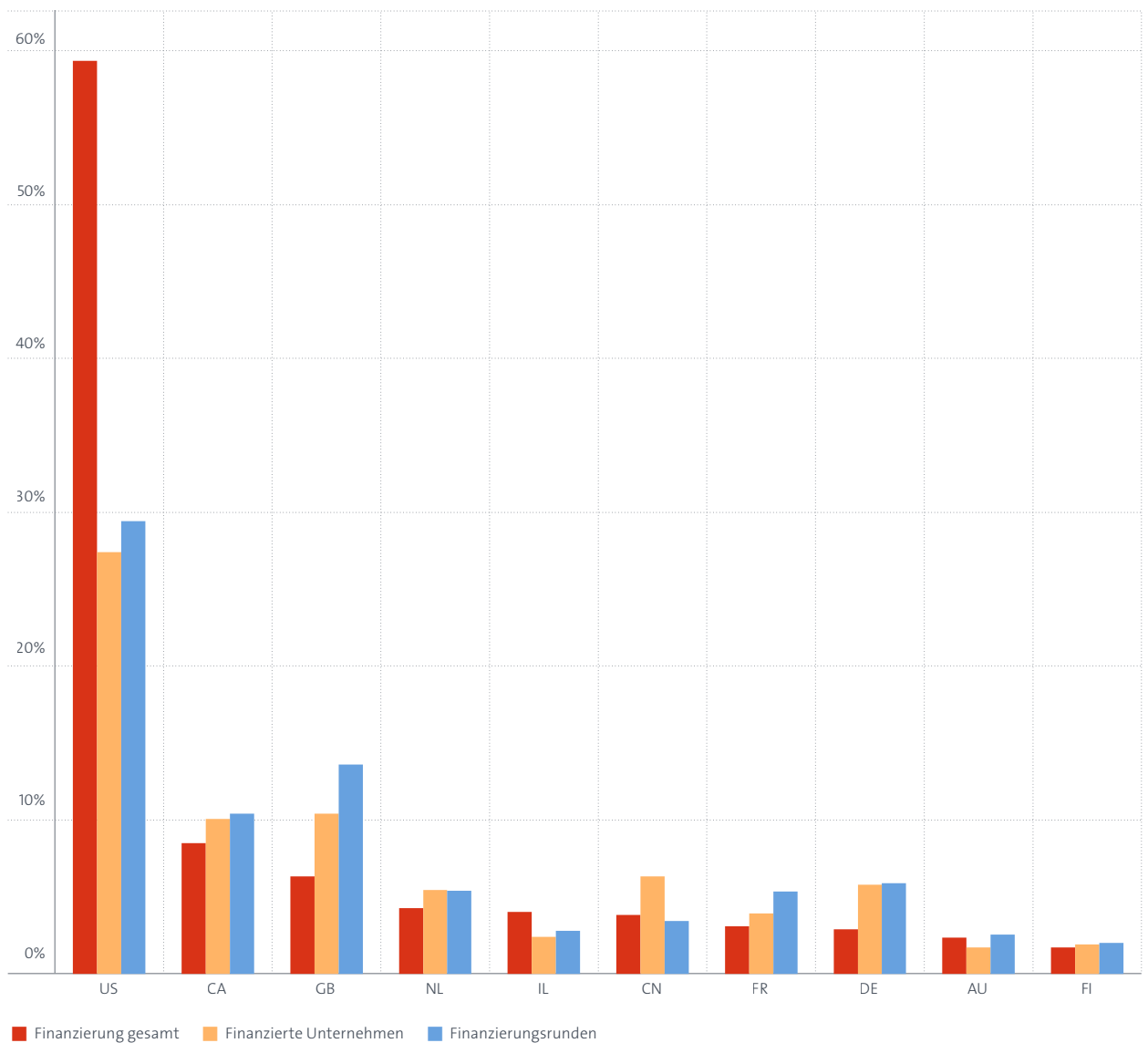
IPF-Anteil der einzelnen Länder. Der hohe Internationalisierungsgrad unterstreicht die strategische Bedeutung, die Anmelder standortübergreifend der Quantentechnologie beimessen, sowie den intensiven internationalen Wettbewerb zwischen Erfindern.

Abbildung E6 zeigt, dass die Finanzierungsverteilung nur teilweise der Patent- und Start-up-Verteilung entspricht, wobei die USA überproportional vertreten sind. Laut Datenlage gingen rund 60 % aller jemals in den Quantenbereich geflossenen Mittel an Unternehmen mit Sitz in den USA, obwohl dort nur etwa 30 % aller Quanten-IPF und -Start-ups zu verorten sind. Diese Diskrepanz ist auf größere durchschnittliche Transaktionsvolumen zurück-

zuführen, da die USA rund 30 % der weltweiten Transaktionen im Quantensektor auf sich vereinen. Auch andere Länder wie beispielsweise Israel scheinen verglichen mit der Zahl ihrer Start-ups besonders attraktiv für Finanzgeber zu sein.

Abbildung E6

Anteil an globaler Finanzierung, finanzierten Unternehmen und Finanzierungsrunden nach Land



Anmerkung: Die Abbildung bezieht sich auf die Finanzierung von Kernunternehmen. „Finanzierung gesamt“ steht für den Anteil an der Gesamtheit der internationalen Finanzmittel für Quantenunternehmen, die Unternehmen in einem Land erhalten haben. „Finanzierte Unternehmen“ steht für den Anteil der Quanten-Kernunternehmen in einem Land relativ zur Gesamtzahl der finanzierten Unternehmen weltweit, die eine wie auch immer geartete Finanzierung erhalten haben. „Finanzierungsrunden“ steht für den Anteil an der Gesamtheit der internationalen Investitionen in Quantenunternehmen, der an Unternehmen in einem Land gegangen ist.

Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf OECD, STI Micro-data Lab, Oktober 2025

#### 4. Die große technologische Komplexität bringt hohe Qualifikationsanforderungen mit sich

Die Branche ist nach wie vor stark wissenschaftlich geprägt, mit hoch qualifizierten Gründern und einer Belegschaft, die primär technischen und Forschungsaufgaben nachgeht. Die Art der Stellenangebote und der wissenschaftliche Charakter der Quantenpatente deuten darauf hin, dass der Schwerpunkt weiterhin auf der Technologieentwicklung und weniger auf der kommerziellen Verwertung liegt.

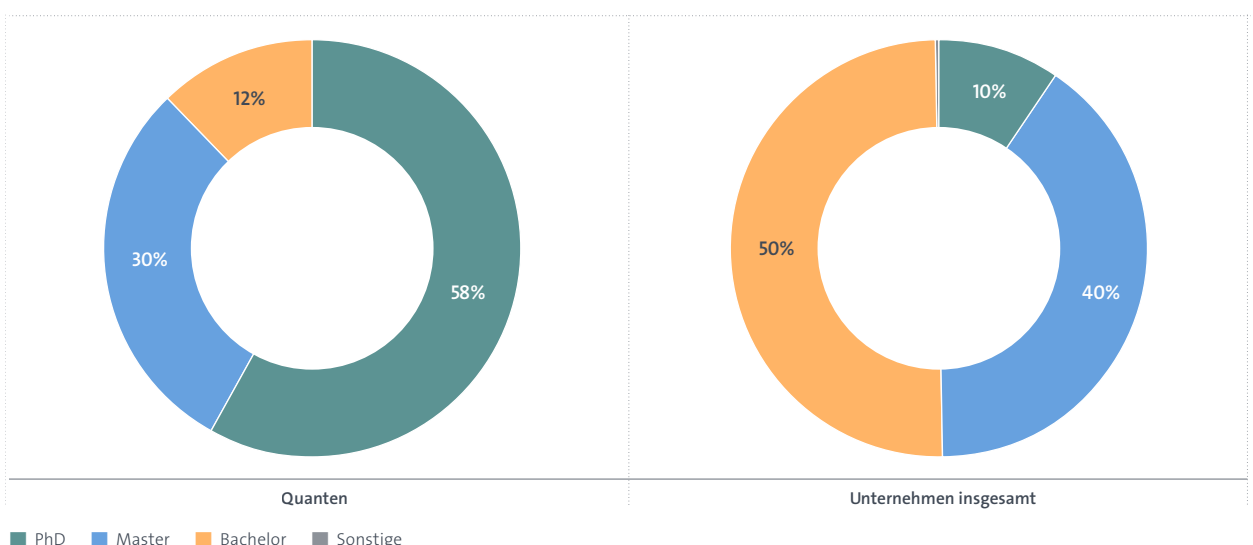
Die Gründerinnen und Gründer von Kernunternehmen im Quantensektor sind besser ausgebildet als die Durchschnittsbeschäftigten von Unternehmen außerhalb dieses Sektors. Wie aus Abbildung E7 hervorgeht, hat mehr als die Hälfte von ihnen einen Dokortitel, während der Vergleichswert nur 10 % beträgt. Mitarbeitende von Quantenunternehmen verfügen außerdem meist über höhere wissenschaftliche und technische Qualifikationen. Die Analyse der Stellenanzeigen macht deutlich, dass die Nachfrage nach quantenbezogenen Fähigkeiten stark auf eine kleine Zahl technischer und forschungsorientierter Tätigkeitsbereiche konzentriert ist, z. B. Informatik (26 %), Wissenschaft und Forschung (25 %) sowie Aus- und Fortbildung (10 %). Im Vergleich dazu machen verwertungsorientierte Tätigkeitsbereiche wie Betriebswirtschaft, Marketing und Vertrieb weniger als 10 % der Stellenanzeigen aus.

Das hohe Bildungsniveau und die ausgeprägte Forschungsorientierung der Gründer und Mitarbeitenden von Quantenunternehmen zeigt sich im wissenschaftlichen Charakter der Quantenpatente. Wie aus Abbildung E8 hervorgeht, wird bei Quantenpatenten deutlich häufiger Nichtpatentliteratur (NPL) angeführt, als dies bei Patenten aus anderen Fachgebieten der Fall ist. Dies belegt die enge Verbindung zwischen Quanteninnovation und wissenschaftlicher Forschung, da sich die meisten angeführten NPL-Dokumente auf akademische Fachjournale und andere Ergebnisse der Grundlagenforschung beziehen.

Sowohl die Art der quantenbezogenen Stellenangebote als auch der starke Wissenschaftsfokus von Quantenpatenten legen nahe, dass die Branche immer noch primär auf die Weiterentwicklung von Quantentechnologien ausgerichtet ist. Allerdings haben einige Unternehmen außerhalb des Kernbereichs damit begonnen, Quantentechnologien auf konkrete Aufgaben anzuwenden, darunter Optimierung, Kryptographie und Finanzmodellierung.

Abbildung E7

Höchster Bildungsabschluss von Unternehmensgründern im Quantensektor

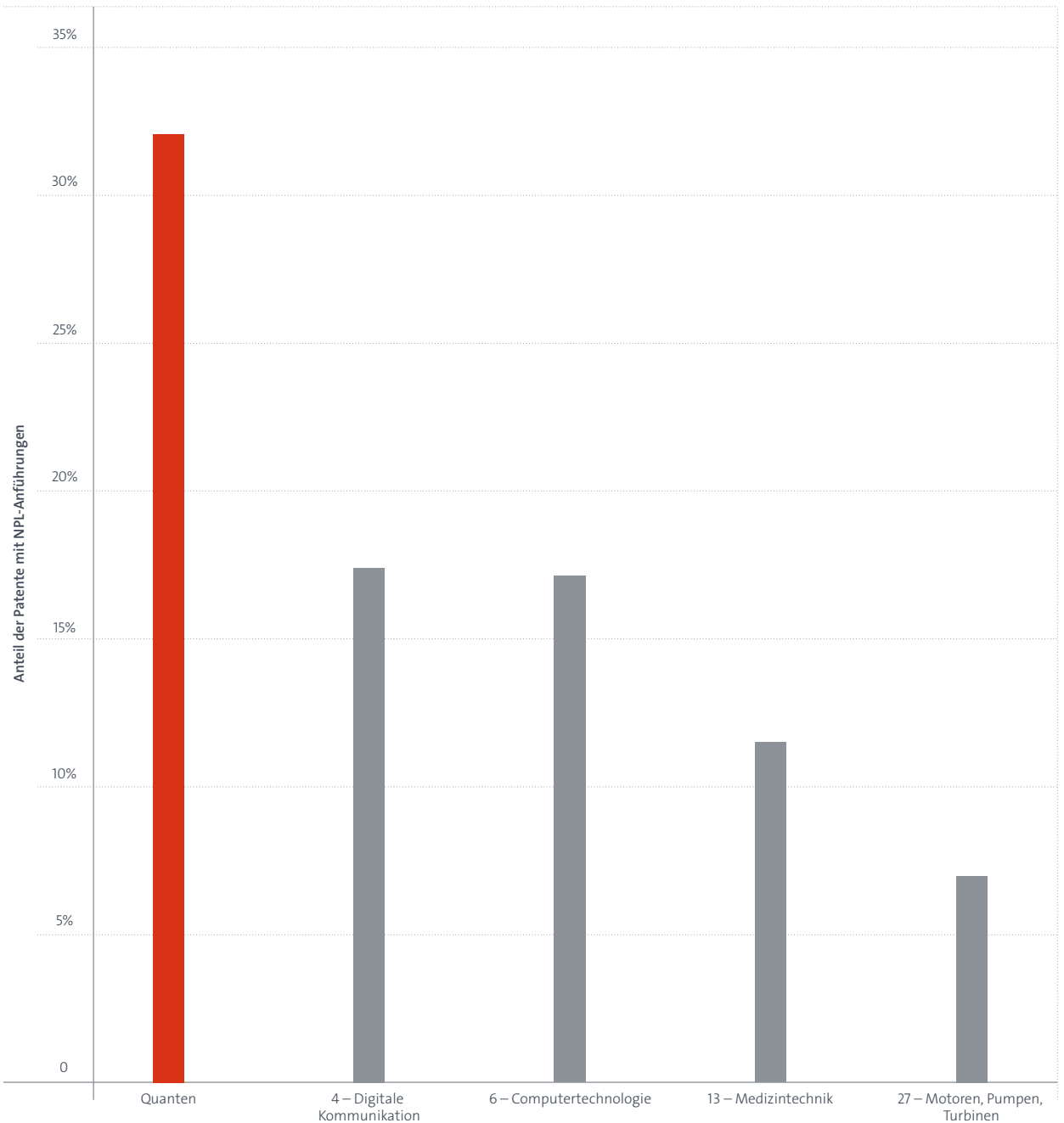


Anmerkung: Die Zahl enthält Informationen von 657 der 1 208 identifizierten Gründerinnen und Gründer von Kernunternehmen im Quantensektor. Für die übrigen Gründer liegen keine Informationen zum höchsten Bildungsabschluss vor. „Sonstige“ beinhaltet weiterführende Schulen; „Bachelor“ beinhaltet Bachelor, Master, JD- und DUT-Abschlüsse; „Master“ beinhaltet Master-, MBA-, MSc-, Postgraduierten- und LL.M.-Abschlüsse; „PhD“ beinhaltet PhD-Abschlüsse. „Alle Unternehmen“ bezieht sich auf alle Unternehmen mit in Crunchbase verfügbaren Gründerinformationen.

Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf OECD, STI Micro-data Lab, Oktober 2025

Abbildung E8

NPL-Rückwärtsanführung in Quanten- und anderen WIPO-Technologiebereichen: 2005-2024



Anmerkung: Die Abbildung zeigt den Anteil der Patente mit Anführungen von Nichtpatentliteratur (NPL) an der Gesamtzahl Patente sowohl für Quantenpatente (rot) als auch für weitere große Fachgebiete (grau) entsprechend den WIPO-Technologiebereichen.

Quelle: EPA, Oktober 2025

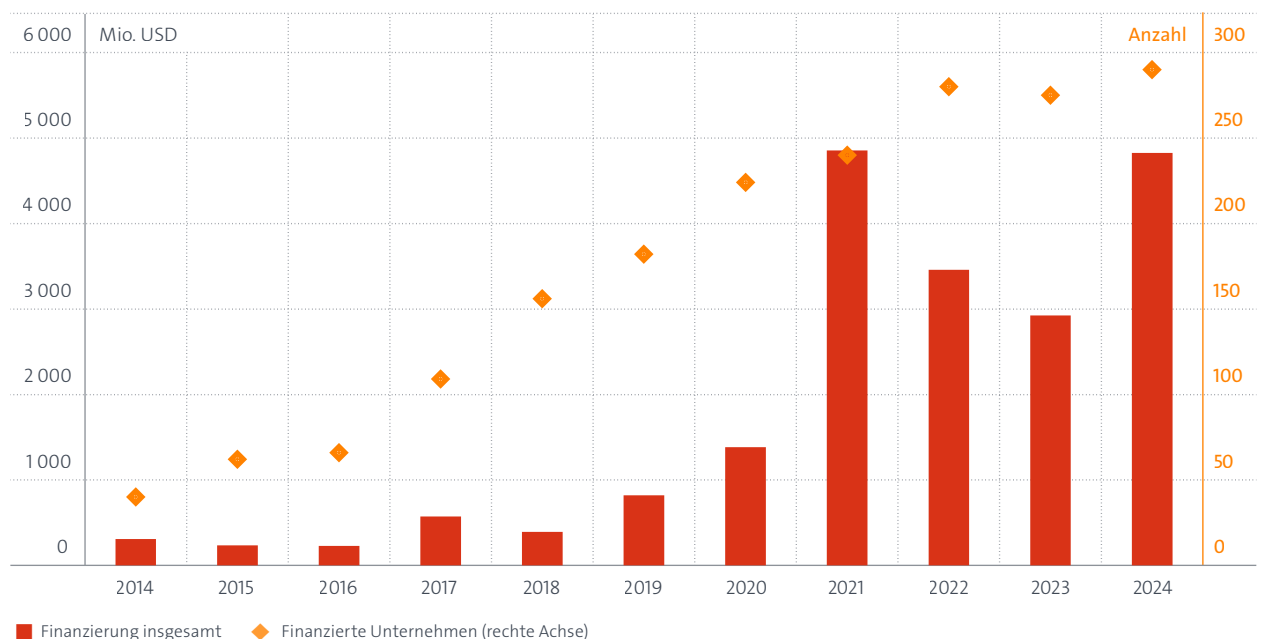
## 5. Skalierung und kommerzielle Verwertung bergen Herausforderungen

Auch wenn bei der Interpretation aktueller Daten zu Unternehmensgründungen, Investitionen und Stellenangeboten Vorsicht geboten ist, gibt es Hinweise auf eine Abflachung der Wachstumskurve in den vergangenen Jahren. Trotz ihrer eingeschränkten Genauigkeit zeigen Handelsdaten bei kritischen Komponenten wie Industriediamanten, Aluminiumoxid und Metalloxiden eine zunehmende Konzentrationstendenz und wachsende Abhängigkeiten innerhalb der globalen Lieferketten. Die Entwicklung hin zur kommerziellen Verwertung (ein wachsender, aber immer noch kleiner Schwerpunkt bei den Stellenanzeigen im Quantensektor) und die Etablierung dominanter technologischer Paradigmen sind wichtige Schritte für das weitere Wachstum des Ökosystems.

Abbildung E9 veranschaulicht die Entwicklung der gesamten an Kernunternehmen im Quantensektor geflossenen Mittel und die Anzahl der finanzierten Unternehmen im Zeitraum zwischen 2014 und 2024. Der signifikante Anstieg der Finanzierungsaktivitäten im vergangenen Jahrzehnt zeigt das wachsende Interesse der Investoren an Quantentechnologien. Allerdings ist bei den Gesamt-Investitionsvolumen nach einem rapiden Anstieg und einem Höhepunkt im Jahr 2021 eine Plateaubildung zu beobachten. 2022 und 2023 gingen die Investitionen sogar zurück, bevor es 2024 zu einer teilweisen Erholung kam. Dieser Trend ist eher auf eine Verringerung des durchschnittlichen Transaktionsvolumens als auf einen Rückgang bei der Zahl der finanzierten Unternehmen zurückzuführen, die vergleichsweise stabil geblieben ist.

Abbildung E9

Gesamt-Finanzierungsvolumen und Anzahl der finanzierten Quantenunternehmen: 2014-2024



Anmerkung: Die dargestellten 20,01 Mrd. USD entsprechen 85 % der verbuchten Gesamtinvestitionen.

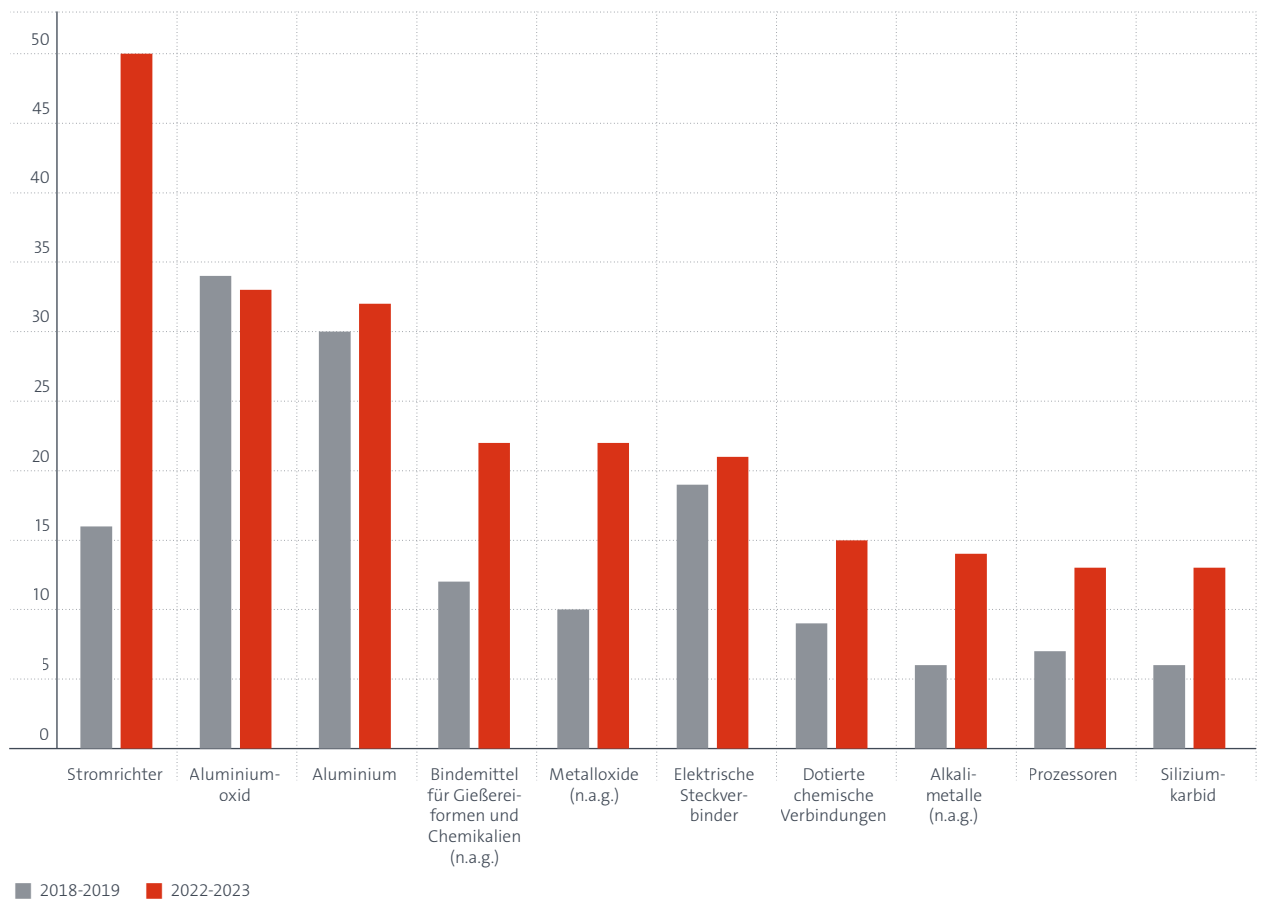
Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf OECD, STI Micro-data Lab, Oktober 2025

Abbildung E10 zeigt die Zahl der Länder, die von spezifischen strategischen Produkten abhängig sind, wobei der Schwerpunkt auf den Ländern mit der höchsten Abhängigkeit im Zeitraum 2022-2023 liegt. Aus den Daten geht hervor, dass die Handelsabhängigkeiten gegenüber 2018 bis 2019 in den meisten Fällen zugenommen haben. Am deutlichsten zeigt sich dieser Trend bei Stromrichtern, dem Produkt mit den meisten Abhängigkeiten im jüngsten Betrachtungszeitraum. Hier sind fast 50 Volkswirtschaften von einem einzigen strategischen

Schlüssellieferanten abhängig. In fast 40 Fällen ist dies China. An zweiter Stelle rangieren Aluminiumoxid und Aluminium (mit je rund 30 Abhängigkeiten), bei denen Australien bzw. Russland die strategischen Schlüssellieferanten sind. Korea ist der wichtigste Lieferant von Metalloxiden, einem Produkt mit steigendem Abhängigkeitsgrad. China spielt auch eine zentrale Rolle als strategischer Lieferant von Bindemitteln für Gießereiformen sowie von Chemikalien und elektrischen Steckverbindern.

Abbildung E10

Gesamt-Handelsabhängigkeiten bei quantenrelevanten Gütern nach Art: 2018-2019 und 2022-2023



Anmerkung: Gezeigt werden die wichtigsten quantenrelevanten Produkte nach der Gesamtzahl der Abhängigkeiten für den Zeitraum 2022-2023.

Quelle: OECD-Berechnungen basierend auf der UN-BACI-Datenbank, August 2025

## 6. Staatliche Strategien konzentrieren sich auf Forschung und Entwicklung.

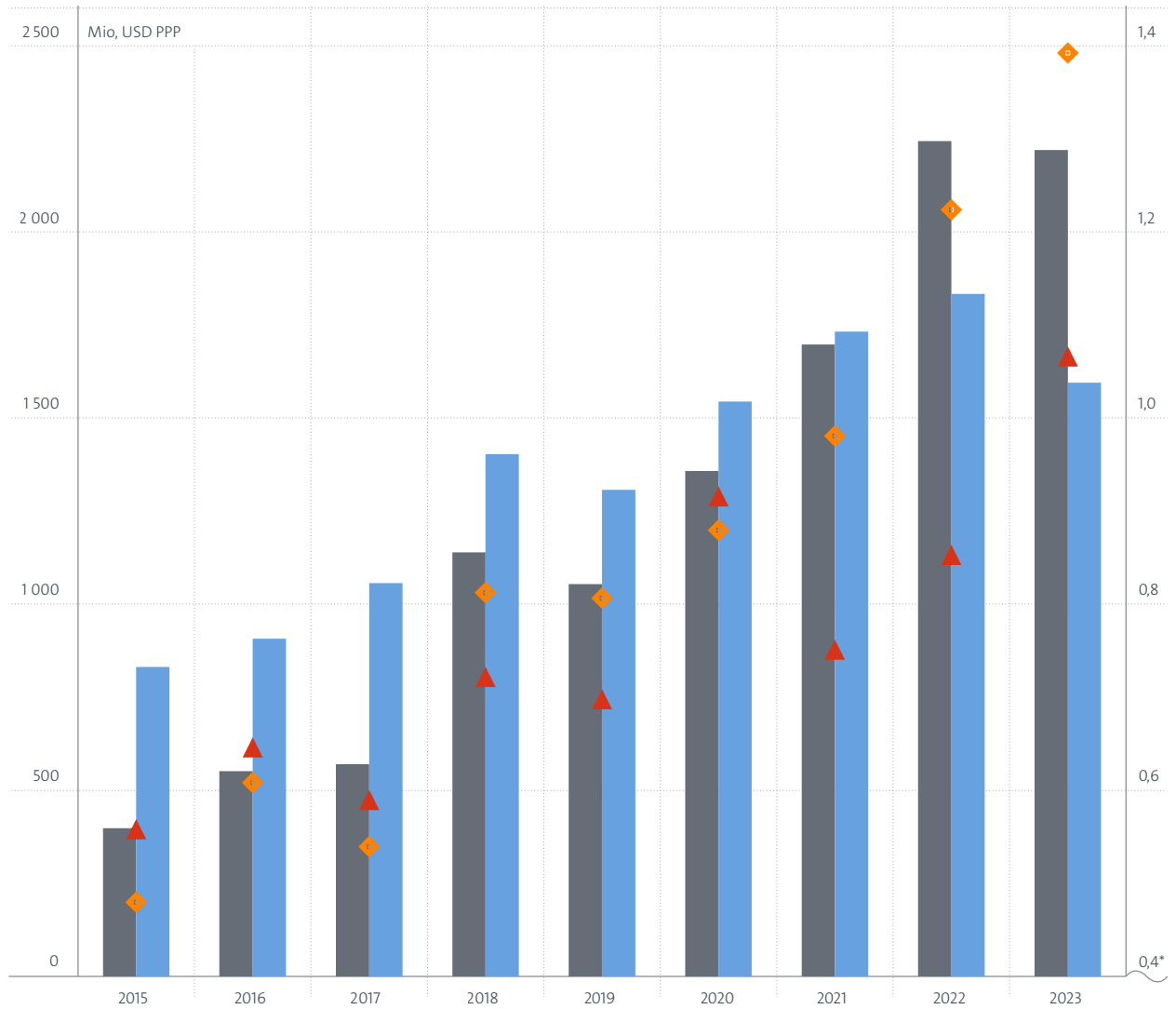
Die Regierungen haben erkannt, dass Quantentechnologien noch nicht ausgereift sind und das Ökosystem mit erheblichen Schwachstellen in den Lieferketten konfrontiert ist. Als Reaktion darauf verfolgen sie gemischte politische Initiativen, die sich nicht nur auf die Aufstockung der öffentlichen F&E-Gelder konzentrieren, sondern auch auf die Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit, die Förderung der Technologieübernahme und die Unterstützung der Unternehmen in der frühen Versuchs- und Kommerzialisierungsphase setzen. Allerdings muss die Unterstützung durch die öffentliche Hand über die Innovationsförderung hinausgehen, um das weitere Wachstum des Ökosystems voranzutreiben.

Die steigende strategische Bedeutung von Quantentechnologien zeigt sich in der kontinuierlichen Einführung nationaler und supranationaler Quantenstrategien im vergangenen Jahrzehnt: Bis September 2025 hatten mehr als 15 OECD-Mitgliedstaaten solche Initiativen umgesetzt. Die betreffenden Strategien legen Prioritäten für die technologische Entwicklung, das Risikomanagement, die Stakeholder-Einbindung und die gewünschten Resultate fest.

Infolge der Einführung offizieller Quantenstrategien, die Forschung und Innovation in den Vordergrund stellen, sind die öffentlichen Mittel für Quantenforschung und -entwicklung in den vergangenen Jahren stark angestiegen. Dieser Anstieg ist nicht nur in Ländern mit einschlägigen Strategien zu beobachten; viele weitere Staaten haben ebenfalls signifikante Ressourcen für die Entwicklung und Nutzung von Quantentechnologien bereitgestellt. Abbildung E11 zeigt, dass der Anteil der quantenbezogenen F&E Finanzierung an den gesamten F&E-Mitteln in der OECD-Fundstat-Datenbank (die die staatlichen F&E -Mittelzuweisungen erfasst) in den vergangenen zehn Jahren stetig gestiegen ist, von ca. 0,4 % im Jahr 2015 auf 1,1 % im Jahr 2023, mit einem Höchststand von 1,2 % im Jahr 2022. Parallel dazu stieg der Anteil der quantenbezogenen Projekte proportional an und lag zum Ende des Betrachtungszeitraums bei fast 0,8 % aller finanzierten Projekte. Interessanterweise hat die implizite Förderhöhe für die Quantenforschung und -entwicklung 2023 ihren Höhepunkt erreicht und liegt seit 2018 beständig über derjenigen für F&E-Projekte aus anderen Bereichen (eine Ausnahme bildet lediglich das Jahr 2020, wobei dies vermutlich auf veränderte Prioritäten während der COVID-19-Pandemie zurückzuführen ist).

Abbildung E11

Geschätztes jährliches F&E-Volumen im Quantensektor: Finanzierung und implizite Förderhöhe 2015-2023



■ F&E-Finanzierung (Mio. USD KKP) ■ Anzahl F&E-Projektförderungen  
 ◆ Implizite Förderhöhe Quanten-F&E (rechte Achse) ▲ Implizite Förderhöhe Nicht-Quanten-F&E (rechte Achse)

Anmerkung: Die OECD-Fundstat-Datenbank umfasst Daten zur Förderhöhe von F&E-Projekten aus 19 OECD-Mitgliedstaaten (AU, AT, BE, CA, CH, CZ, DE, EE, FIN, FR, GB, IR, JP, LT, LV, NO, PT, SE, US) sowie zu den Programmen der Europäischen Union (EU) bzw. der Europäischen Kommission (EC). Im Referenzzeitraum 2015-2023, für den vollständige Daten vorliegen, deckt die Datenbank rund 51 % der staatlichen F&E-Mittelzuweisungen (GBARD) in den genannten 19 Ländern ab (mit Ausnahme der staatlichen Grundfinanzierung der Hochschulen, GUF), wie aus der OECD-Datenbank Main Science and Technology Indicators (MSTI) hervorgeht ([www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm)). Die Daten zur staatlichen F&E-Finanzierung spiegeln allerdings eher die bewilligten Mittel als tatsächliche Verpflichtungen oder getätigte Ausgaben wider. Die Analyse bezieht sich F&E-Projektförderungen mit verfügbaren Finanzierungsdaten.

Quelle: OECD-Analyse der OECD-Fundstat-Datenbank (v. 2024), Oktober 2025

## Haftungsausschluss:

Im Bezug auf das Europäische Patentamt erfolgt die Veröffentlichung dieser Arbeit unter der Verantwortung des Präsidenten des EPA. Die hierin geäußerten Meinungen und Argumente spiegeln nicht notwendigerweise die offiziellen Ansichten der EPA-Mitgliedstaaten wider.

Im Bezug auf die OECD erfolgt die Veröffentlichung unter der Verantwortung des Generalsekretärs der OECD. Die hierin geäußerten Meinungen und Argumente spiegeln nicht notwendigerweise die offiziellen Ansichten der OECD-Mitgliedstaaten wider.

Die in dieser gemeinsamen Veröffentlichung genannten Namen und Repräsentationen von Ländern und geographischen Gebieten entsprechen der Praxis des EPA.

Das vorliegende Dokument sowie alle darin enthaltenen Daten und Abbildungen sind unbeschadet des Status oder der Souveränität von Gebieten, der Festlegung internationaler Grenzen und des Namens von Gebieten, Städten oder Regionen zu verstehen.

Die statistischen Daten zu Israel werden von den zuständigen israelischen Behörden bereitgestellt und unterliegen deren Verantwortung. Die Verwendung dieser Daten durch die OECD erfolgt unbeschadet des Status der Golanhöhen, Ostjerusalems sowie der israelischen Siedlungen im Westjordanland gemäß den Bestimmungen des Völkerrechts.

### **Anmerkung der Republik Türkei**

Die Nennung von „Zypern“ in diesem Dokument bezieht sich auf den Südtteil der Insel. Es gibt keine zentrale Behörde, die sowohl die türkische als auch die griechisch-zyprische Bevölkerung repräsentiert. Die Republik Türkiye erkennt die Türkische Republik Nordzypern (TRNC) an. Bis eine dauerhafte und gerechte Lösung im Rahmen der Vereinten Nationen gefunden wird, behält die Republik Türkiye ihre Position zur „Zypernfrage“ bei.

### **Anmerkung aller Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die Mitglied der OECD und der Europäischen Union sind**

Die Republik Zypern wird von allen Mitgliedern der Vereinten Nationen mit Ausnahme der Republik Türkiye anerkannt. Die Informationen in diesem Dokument beziehen sich auf das Gebiet, das unter der effektiven Kontrolle durch die Regierung der Republik Zypern steht.

## Herausgeber und Redaktion

### Europäisches Patentamt

München, Deutschland

### Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

Paris, Frankreich

© EPA/OECD 2025

#### Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Diese Arbeit wird unter der Lizenz **Creative-Commons-Lizenz „Namensnennung 4.0 International“** zur Verfügung gestellt. Durch die Nutzung dieser Arbeit erklären Sie sich mit den Bedingungen dieser Lizenz einverstanden (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Namensnennung** – Sie müssen die Arbeit zitieren.

**Übersetzungen** – Sie müssen die Originalarbeit zitieren, Änderungen am Original kenntlich machen und den folgenden Text hinzufügen: *Bei Abweichungen zwischen der Originalarbeit und der Übersetzung ist allein der Text des Originals als gültig zu betrachten.*

**Bearbeitungen** – Sie müssen die Originalarbeit zitieren und den folgenden Text hinzufügen: *Dies ist eine Bearbeitung der Originalarbeit des EPA und der OECD. Die hierin geäußerten Meinungen und Argumente geben nicht die offiziellen Ansichten der OECD, ihrer Mitgliedstaaten oder des EPA wider.*

**Material von Dritten** – Die Lizenz ist nicht auf Material von Dritten anwendbar, das in der Arbeit enthalten ist. Wenn Sie solches Material verwenden, sind Sie dafür verantwortlich, die Genehmigung durch den Dritten einzuholen und für Schäden aus einer Rechtsverletzung aufzukommen. Sie dürfen das Logo, die visuelle Identität oder das Titelbild der OECD oder des EPA nicht ohne ausdrückliche Genehmigung verwenden oder den Eindruck erwecken, dass die OECD oder das EPA ihre Verwendung der Arbeit billigen. Alle Streitigkeiten, die sich aus dieser Lizenz ergeben, werden durch ein Schiedsverfahren in Übereinstimmung mit den Schiedsregeln 2012 des Ständigen Schiedshofs (PCA) beigelegt. Der Ort des Schiedsverfahrens ist Paris (Frankreich). Die Anzahl der Schiedsrichter wird auf einen begrenzt.

## Der Bericht kann heruntergeladen werden unter:

[epo.org/trends-quantum](http://epo.org/trends-quantum)

[oe.cd/quantum-ecosystem](http://oe.cd/quantum-ecosystem)

#### Autoren/Autorinnen

Der vorliegende Bericht wurde vom Direktorat für Wissenschaft, Technologie und Innovation (STI) der OECD in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Patentamt (EPA) verfasst.

Autorinnen und Autoren waren Damiano Morando, Antoine Dechezleprêtre, Hélène Dernis, Mario Alejandro Nieves, Lea Samek, Jan-Peter Kleinhans, Maxime Benalloua, Daniela Valenzuela and Leonidas Aristodemou (OECD) and Johannes Schaaf und Pere Arque-Castells (EPA). Die Studienleitung hatten Guy Lalanne, Alessandra Colecchia (OECD) und Yann Menière (EPA) inne.

#### Danksagung

An der Erstellung dieser Studie waren die folgenden Patentprüfer beteiligt: Olivier Billet, Nicolas Douarche, Andreas Gröger, TJ Klasen und Yves Verbandt. Unser Dank gilt zudem Marius Berger, Dmitri Kirpichev Cherezov, Antton Haramboure, Alistair Nolan, Sara Romaniega Sancho, Brigitte van Beuzekom, Geert Boedt, Alessio Milo Cesaro, Federico Fantini, Roland Feinäugle, Wiebke Hinrichs, Alice Masi und José Ferro Pozo für ihre wertvolle technische Unterstützung. Min-Ha Lee und Andrew Touhill trugen maßgeblich zur Überarbeitung des Kapitels zu Handelsdaten bei.

Das EPA bedankt sich für die Beiträge, die die nationalen Patentämter der folgenden Länder zu Kapitel 3 dieser Studie geleistet haben: Belgien, Finnland, Frankreich, Kroatien, Lettland, Luxemburg, Monaco, Niederlande, Österreich, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Vereinigtes Königreich und Zypern.

#### Design

Europäisches Patentamt