

Brussel, 4 juli 2025
(OR. en)

11276/25

COMPET 689	EDUC 315
IND 247	EMPL 354
RECH 319	ENFOPOL 251
ESPACE 54	FIN 832
COH 128	FISC 159
COSI 131	JAI 1028
CYBER 206	SOC 503
ECOFIN 955	TELECOM 234

BEGELEIDENDE NOTA

van:	de secretaris-generaal van de Europese Commissie, ondertekend door mevrouw Martine DEPREZ, directeur
ingekomen:	3 juli 2025
aan:	mevrouw Thérèse BLANCHET, secretaris-generaal van de Raad van de Europese Unie
nr. Comdoc.:	COM(2025) 363 final
Betreft:	MEDEDELING VAN DE COMMISSIE AAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD Europese kwantumstrategie: Kwantum-Europa in een veranderende wereld

De delegaties vinden hierbij document COM(2025) 363 final.

Bijlage: COM(2025) 363 final



Brussel, 2.7.2025
COM(2025) 363 final

**MEDEDELING VAN DE COMMISSIE AAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE
RAAD**

Europese kwantumstrategie: Kwantum-Europa in een veranderende wereld

Kwantum-Europa in een veranderende wereld

1.1 Inleiding

Europa is een kwantumcontinent¹. Het is altijd de plaats bij uitstek van de kwantumwetenschap geweest, van iconische voorlopers als Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr en Erwin Schrödinger, tot hedendaagse pioniers en Nobelprijswinnaars als Theodor Hänsch, Albert Fert, Serge Haroche, Anton Zeilinger, Alain Aspect en Anne L’Huillier.

De vorderingen in de kwantumwetenschappen vertegenwoordigen een aantal van de meest transformatieve ontwikkelingen in de geschiedenis van de technologie. In het Draghi-rapport² wordt kwantumcomputing omschreven als “de volgende baanbrekende innovatie in computing, die nieuwe kansen kan bieden voor het industriële concurrentievermogen en de technologische soevereiniteit van de EU”.

Momenteel staan we op een keerpunt, nu de wereldwijde wedloop om kwantumtechnologie te beheersen in een versnelling terechtgekomen is en zich verplaatst van laboratoria naar concrete toepassingen. Van MRI-scanners in de gezondheidszorg en belangrijke vorderingen in de energiesector tot sensoren in zwaartekrachtmeters voor de geofysica en navigatie, beveiligde communicatie en kwantumcomputing voor het oplossen van complexe problemen in de logistiek en het geldwezen, beginnen deze doorbraken cruciale sectoren en de maatschappelijke infrastructuur te transformeren.

Kwantumtechnologieën hebben bovendien potentieel voor tweërlei gebruik³, waardoor ze zowel voor defensie als de nationale veiligheid kunnen worden toegepast en van strategisch belang zijn voor grote publieke en private partijen.

Tegen deze achtergrond heeft de EU kwantum in haar strategie voor economische veiligheid⁴ en in het witboek over de gereedheid van de Europese defensie 2030⁵ als kritieke technologie⁶ aangemerkt.

Over de hele wereld worden nu de eerste inspanningen geleverd om grootschalige industrialisatie van de grond te krijgen, vooral in de VS, gestimuleerd door enorme private investeringen van hightechbedrijven, en in China, grotendeels bekostigd met publieke financiering.

Europa heeft opmerkelijke vooruitgang geboekt op het gebied van kwantumwetenschappelijke uitmuntendheid: het kan bogen op de grootste concentratie talenten op kwantumbereik en bezet wereldwijd de eerste plaats wat betreft het aantal wetenschappelijke publicaties. De EU heeft ook een van de grootste ecosystemen voor startende ondernemingen op het gebied van kwantumtechnologie⁷. Circa een derde van alle kwantumbedrijven ter wereld is gevestigd in

¹ Bij kwantumtechnologieën worden de principes van de kwantummechanica ingezet om taken uit te voeren waarvoor traditionele technologieën geen oplossing bieden of zeer ondoelmatig zijn. Tot de belangrijkste gebieden van de kwantumtechnologie behoren kwantumcomputing, -simulatie, -detectie en -communicatie.

² [Rapport-Draghi over het Europese concurrentievermogen](#).

³ In het kader van deze strategie betekent **potentieel voor tweërlei gebruik** het vermogen van kwantumtechnologieën om zowel civiele als veiligheids-/defensiedoelen te dienen. Hier wordt dit begrip in een bredere, toekomstgerichte betekenis gebruikt dan de juridische term “producten voor tweërlei gebruik” krachtens Verordening (EU) 2021/821 betreffende controle op de uitvoer.

⁴ JOIN(2023) 20 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>.

⁵ [Witboek over de gereedheid van de Europese defensie 2030 | EDEO](#).

⁶ [Aanbeveling \(EU\) 2023/2113 van de Commissie van 3 oktober 2023 over technologiegebieden die kritiek zijn voor de economische veiligheid van de EU met het oog op nadere risicobeoordeling met de lidstaten](#).

⁷ [McKinsey & Company, “Quantum Technology Monitor – April 2024”](#).

de EU⁸ en leveranciers in de EU leveren bijna de helft van de hardware- en softwarecomponenten die in kwantumcomputers worden gebruikt⁹.

Niettemin heeft Europa momenteel **een achterstand bij het omzetten van haar innovatievermogen en toekomstig potentieel in reële marktkansen**. Daardoor komt Europa nu wereldwijd pas op de derde plaats wat betreft octrooiaanvragen op het gebied van kwantumcomputing, -detectie en -communicatie¹⁰.

Bovendien **blijven de inspanningen van Europa versnipperd over de lidstaten** en nationale en regionale financieringsinstanties. In de afgelopen vijf jaar hebben de EU en de lidstaten meer dan 11 miljard EUR geïnvesteerd in kwantumtechnologieën. Hoewel verschillende lidstaten hun eigen nationale strategieën en routekaarten hebben ontwikkeld, heeft onvoldoende coördinatie geleid tot dubbele inspanningen, ondoelmatig gebruik van hulpbronnen en groeiende concurrentie om talent. Dit dreigt het vermogen van de EU om kritieke massa en schaal op te bouwen te ondermijnen en de commercialisering te vertragen, wat uiteindelijk de ontwikkeling van een mondiaal concurrerende Europese industriële capaciteit en een verenigde Europese kwantummarkt belemmert.

En **hoewel Europa een leidende rol vervult waar het gaat om jonge ondernemingen in de kwantumsector, ontbeert het opkomende ecosysteem momenteel duurzame financiële steun en voldoende marktvooruitzichten**. Europa heeft ook geen pioniergebruikers van kwantumtechnologie onder grote industriële spelers, waardoor opkomende ecosystemen voor jonge bedrijven onvoldoende marktvooruitzichten hebben.

Voortbouwend op het kompas voor concurrentievermogen¹¹, waarin “kwantum” wordt aangeduid als een van de cruciale technologiesectoren die er in de economie van morgen toe doen¹², behelst dit initiatief, in nauwe afstemming met belanghebbenden uit de kwantumsector¹³, een alomvattende strategie om Europa een leidende positie te bezorgen in de mondiale kwantumwedloop. Deze strategie ondersteunt de ontwikkeling van deze technologie met potentieel voor tweemaal gebruik in de EU en draagt daardoor bij aan de uitvoering van de strategie voor een paraatheidsunie¹⁴ en het Niinistö-verslag¹⁵ en het witboek over de gereedheid van de Europese defensie 2030¹⁶, de Europese strategie voor interne veiligheid¹⁷ en de internationale digitale strategie voor de EU¹⁸.

⁸ Lewis, A., Scudo, P., Cerutti, I., Travagnin, M., Marcantonini, C. et al., “Future Directions for Quantum Technology in Europe”, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxemburg, 2025, JRC141050; verschijnt medio juli.

⁹ [Europese Investeringsbank, “A Quantum Leap in Finance” \(2022\).](#)

¹⁰ Zie voetnoot 8.

¹¹ [Kompas voor concurrentievermogen — Europese Commissie.](#)

¹² In de Europese strategie voor economische veiligheid en de desbetreffende aanbeveling van de Commissie van 3 oktober 2023 is kwantum als een van de kritieke technologiegebieden opgenomen.

¹³ Zoals uitgedrukt in de antwoorden op het verzoek om input dat voorafgaand aan de publicatie van de strategie voor kwantum-Europa werd gedaan: [kwantumstrategie van de EU](#). Belanghebbenden waren van mening dat de strategie voor kwantum-Europa de transitie van laboratorium naar fabriek moet versnellen zonder de cruciale rol van fundamenteel onderzoek te veronachtzamen, de bestaande pan-Europese kwantuminfrastructuur moet uitbreiden en personeel met de juiste vaardigheden en opleiding op het gebied van kwantumtechnologie moet ontwikkelen. Ze wijzen er ook op dat het belangrijk is om de productiecapaciteit van de Unie op te schalen en de financiële, regelgevings- en administratieve belemmeringen die het uitgroeien van startende ondernemingen tot volwassen, winstgevendende bedrijven in de interne markt beperken of vertragen, aan te pakken.

¹⁴ [Paraatheid — Europese Commissie](#) (Engels).

¹⁵ Het Niinistö-verslag https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf.

¹⁶ Zie voetnoot 6.

¹⁷ [“Commission presents ProtectEU Internal Security Strategy” — Europese Commissie.](#)

¹⁸ [Gezamenlijke mededeling over een internationale digitale strategie voor de EU, 5 juni 2025.](#)

1.2 Kwantum-Europa: de visie en het strategisch uitvoeringskader

Europa bevindt zich in een uitstekende positie om een leidende rol te vervullen in de kwantumrevolutie die momenteel gaande is. De visie is om Europa te transformeren tot een industriële kwantumgrootmacht en een mondiaal marktleider op het gebied van kwantumtechnologie, voortbouwend op duurzaam wetenschappelijk leiderschap.

De strategische visie van de EU berust op de bestaande sterke punten van de Europese Unie: onderzoek van wereldklasse, wetenschappelijke uitmuntendheid, een fundament van dynamische startende ondernemingen en een sterke structuur van overheidsinvesteringen. Deze belangrijke pijlers zijn essentieel om fragmentatie aan te pakken, de industriële toepassing te versnellen en strategische autonomie op het gebied van kwantumtechnologie te waarborgen.

Om deze visie te verwezenlijken, is de strategie gericht op vijf met elkaar samenhangende gebieden:

- **Gebied 1 — Onderzoek en innovatie:** Consolidatie van excellentie in Europa om een voortrekkersrol te vervullen op het gebied van kwantumwetenschap en de industriële transformatie daarvan.
- **Gebied 2 — Kwantuminfrastructuur:** Ontwikkeling van duurzame, schaalbare, gecoördineerde infrastructuurhubs om de productie, het ontwerp en de ontwikkeling van toepassingen te ondersteunen.
- **Gebied 3 — Versterking van het EU-kwantumecosysteem:** Veiligstellen van toeleveringsketens en de industrialisatie van kwantumtechnologieën door te investeren in startende en doorgroeende ondernemingen.
- **Gebied 4 — Kwantumtechnologieën voor de ruimtevaart en met potentieel voor tweërlei gebruik (veiligheid en defensie):** Integratie van veilige, soevereine kwantumcapaciteiten in de ruimtevaart-, veiligheids- en defensiestrategieën van Europa.
- **Gebied 5 — Kwantumvaardigheden:** Opbouw van een divers personeelsbestand van wereldklasse door middel van gecoördineerde, flexibele scholings- en opleidingssystemen en -programma's en door de mobiliteit van talent in de EU te bevorderen.

De vijf strategische gebieden worden ondersteund met een slimme uitvoeringsaanpak. Zoals hieronder beschreven in punt 3.1 “De belangrijkste uitvoeringscomponenten van de strategie voor kwantum-Europa”, zal de aanpak berusten op een iteratieve ontwikkelingslus voor levenscyclustechnologie die wetenschappelijke kwantumontwikkelingen voortdurend koppelt aan praktijktoepassingen en de markt, met economisch effect op de korte en middellange termijn. Deze uitvoeringsaanpak zal bijdragen aan het aantrekken van vooraanstaande industriële en publieke gebruikers en de markttoegang en duurzaamheid van het opkomende kwantumecosysteem van de EU waarborgen.



***Figuur 1:** vijf strategische gebieden voor kwantum-Europa*

In aanvulling op de uitvoeringscyclus zal de EU een strategisch governancekader opzetten om de voortgang te volgen en te faciliteren.

De strategie bouwt voort op de Europese verklaring over kwantumtechnologieën¹⁹ van 2023, een cruciale politieke stap waarmee lidstaten zich op één lijn hebben geplaatst ten aanzien van gedeelde prioriteiten en Europese waarden. Daarnaast bouwt de strategie voort op de bevindingen van de deskundigenwerkgroepen uit alle lidstaten van de EU²⁰, ingesteld en gecoördineerd door de coördinatiegroep voor kwantumtechnologie²¹.

2 Strategische gebieden van kwantum-Europa

2.1 Gebied 1: onderzoek en innovatie van kwantum-Europa

De door verschillende EU- en nationale programma's gesteunde onderzoeksbasis voor kwantumtechnologie in Europa vormt een solide wetenschappelijk fundament. In de afgelopen vijf jaar heeft de EU bijna 2 miljard EUR in kwantumtechnologieën geïnvesteerd, aangevuld door meer dan 9 miljard EUR aan aanvullende overheidsfinanciering door de lidstaten. Met deze middelen zijn kwantumonderzoek en onderwijs, de oprichting van nationale kwantumclusters en hybride kwantum-klassieke supercomputercentra, de kwantumtechnologiesector en internationale partnerschappen ondersteund.

Ondanks aanzienlijke financiering door nationale overheden en de EU blijft het kwantumonderzoek in Europa versnipperd over lidstaten en instrumenten, wat leidt tot overlapping, hiaten in prioriteitsgebieden en concurrentie om schaars talent. Zonder coördinatie en een duidelijke focus op gedeelde strategische prioriteiten zal het Europa niet lukken zijn ambities op kwantumgebied te verwezenlijken.

Daarom stelt de Commissie een specifiek **onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa** voor. Dit initiatief zal erop gericht zijn de inspanningen van de EU en de lidstaten op elkaar af te stemmen met het oog op een gemeenschappelijk overeengekomen agenda voor onderzoek, technologie en innovatie. Het initiatief bundelt de inspanningen rond gemeenschappelijke thema's en stelt gezamenlijke doelen om samenhang te waarborgen, overlapping te vermijden en kritieke massa op te bouwen.

De activiteiten van dit initiatief omvatten de volgende hoofdfasen:

¹⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-declaration-quantum-technologies>.

²⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/shaping-european-strategy-quantum-technology-main-orientations-and-recommendations>.

²¹ <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=en&groupID=3931>.

- **Ontwikkelen:** het ondersteunen van fundamenteel onderzoek, technologische ontwikkeling en innovatie op het gebied van kwantumcomputing, -communicatie en -detectie.
- **Van laboratorium naar fabriek:** verdere investeringen in het bouwen van ultramoderne infrastructuur voor kwantumcomputing, -communicatie en -detectie, kwantumhardware en relevante faciliterende technologieën, alsook geavanceerde proeflijnen en ontwerphulpmiddelen om industrialisatie en de ontwikkeling van een ecosysteem te ondersteunen.
- **Toepassen en gebruiken:** de ontwikkeling van toepassingen in belangrijke publieke en industriële sectoren ondersteunen zodat wetenschappelijke vorderingen in alle kwantumgebieden vertaald kunnen worden naar concrete toepassingen en effecten.

Naast het bovenstaande strekt het initiatief zich ook uit tot investeringen in het aantrekken van talent en het ontwikkelen van vaardigheden om in de toekomst te kunnen beschikken over een goed opgeleid personeelsbestand in de kwantumindustrie.

Het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa zal worden uitgevoerd door middel van een governancekader op EU-niveau, dat in het aankomende voorstel voor een kwantumverordening zal worden gedefinieerd. Intussen wordt het mandaat van de Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC²² uitgebreid door middel van een wijziging van de oprichtingsverordening daarvan, om een vlotte coördinatie met Horizon Europa, Digitaal Europa, ruimtevaart- en defensieprogramma's en andere financieringsinstrumenten zeker te stellen.

- De verordening inzake GO EuroHPC wijzigen om de reikwijdte ervan uit te breiden tot alle kwantumtechnologieën en, als eerste stap, de huidige onderzoeks- en innovatieactiviteiten op kwantumbied in het kader van pijler 2 van Horizon Europa overbrengen naar de gemeenschappelijke onderneming [derde kwartaal 2025]
- Het voorstel voor een kwantumverordening indienen [2026]

2.2 Gebied 2: infrastructuur van kwantum-Europa

De EU investeert nu in belangrijke kwantuminfrastructuurinitiatieven, zoals systemen voor kwantumcomputing in het kader van de Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC, de infrastructuur voor veilige kwantumcommunicatie EuroQCI²³ uit hoofde van het programma van de Unie voor beveiligde connectiviteit IRIS²⁴ en geavanceerde detectieplatforms. Daarnaast investeert de EU in verschillende proeflijnen in het kader van de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips”²⁵ om de industrialisatie van kwantumtechnologieën in Europa voor te bereiden.

Deze met publieke middelen gefinancierde infrastructuren zijn een strategisch middel om de kwantumambities van Europa te verwezenlijken. Ze verschaffen toegang tot geavanceerde kwantumsystemen en -platformen die anders door de hoge ontwikkelings- en toegangskosten, de technische complexiteit of de noodzaak van specifieke diensten, zoals beveiligde communicatie, voor de meeste Europese belanghebbenden op kwantumbied onbereikbaar zouden blijven. Ze vormen een proeftuin voor innovatie, bieden opleidingsmogelijkheden voor talent en creëren een ruimte waarin de industrie, kleine en middelgrote ondernemingen en onderzoekers de ontwikkeling van nieuwe kwantumtechnologie kunnen testen, doorgronden en vormgeven. Ze zijn essentieel om de invoering van kwantumtechnologie te versnellen,

²² [Verordening \(EU\) 2021/1173 van de Raad](#) tot oprichting van de Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC.

²³ [Initiatief voor een Europese infrastructuur voor kwantumcommunicatie \(EuroQCI\) | De digitale toekomst van Europa vormgeven.](#)

²⁴ [IRIS² | Beveiligde connectiviteit — Europese Commissie, Verordening \(EU\) 2023/588.](#)

²⁵ [Verordening \(EU\) 2023/1782 van de Raad](#) tot oprichting van de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips”.

industriële capaciteit op te bouwen en ervoor te zorgen dat de kwantumvoordelen over de hele Unie worden verdeeld.

In de toekomst zal de EU haar investeringen in publieke kwantuminfrastructuren voor **computing en simulatie, communicatie en detectie** handhaven en uitbreiden, zoals hieronder uiteengezet.

2.2.1 Kwantumcomputing en -simulatie

Kwantumcomputing biedt ons in potentie de mogelijkheid om complexe rekenproblemen op te lossen die ver voorbij de grenzen van zelfs de krachtigste high-performance computingsystemen (HPC-systemen) liggen. Naar verwachting zal kwantumcomputing in talrijke sectoren als een katalysator werken, bijvoorbeeld bij simulatie in de farmaceutische en chemische industrie, waardoor het kan leiden tot de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen en chemische stoffen; in de energiesector kan kwantumcomputing helpen bij het ontwikkelen van nieuwe materialen voor batterijen of hogetemperatuursupergeleiders; het houdt ook goede vooruitzichten in voor verbeteringen in gebieden als de logistiek en de financiële sector. Bovendien kunnen kwantumcomputers dergelijke problemen op een veel energiezuinigere manier oplossen dan klassieke supercomputers. Kwantumcomputers zullen HPC-systemen niet zozeer vervangen, maar ze aanvullen en als versnellers fungeren om de algehele computingprestaties te verbeteren en veel sneller en energiezuiniger tot resultaten te komen. Kwantum wordt ook steeds meer gebruikt naast en ter ondersteuning van artificiële intelligentie (AI). Met behulp van kwantumtechnologie kunnen AI-modellen bijvoorbeeld sneller worden getraind, terwijl AI bijdraagt aan kwantumfoutcorrectie, wat de algehele betrouwbaarheid van het systeem verbetert.

Kwantumcomputing bevindt zich momenteel in een bepalende fase: weliswaar bestaan er kleinschalige kwantumprocessoren, maar de belangrijkste uitdaging wereldwijd is om op te schalen tot volledig operationele kwantumcomputers die het voordeel van kwantumcomputing onmiskenbaar aantonen. De grootste uitdaging is nu om grootschaligere machines te bouwen die een duidelijk kwantumvoordeel kunnen bieden²⁶ ten opzichte van klassieke computers. In de komende vijf tot tien jaar zal het vermogen van kwantumcomputers om concrete problemen op te lossen enorm toenemen. Daarom investeren de EU en haar lidstaten, evenals andere grote spelers zoals Australië, Canada, China, Japan, Zuid-Korea, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten, flink in kwantumtechnologie om het leiderschap in de kwantumrevolutie op zich te kunnen nemen²⁷. Er zijn momenteel verschillende platformen voor kwantumcomputing in ontwikkeling, elk gebaseerd op een andere technologische aanpak²⁸. Tabel 1 geeft een

²⁶ OESO (2025), "[A Quantum Technologies Policy Primer](#)". Met *kwantumvoordeel* wordt het punt bedoeld waarop een kwantumcomputer een bepaalde taak efficiënter, sneller, nauwkeuriger of met minder energie verricht dan de best mogelijke klassieke supercomputers. Deze mijlpaal markeert een praktische demonstratie van de superioriteit van kwantumcomputing voor bepaalde rekenproblemen, zelfs indien beperkt tot een afgebakend domein.

²⁷ Bijvoorbeeld het Amerikaanse National Quantum Initiative (<https://www.quantum.gov/>); de 2030-quantum roadmap van China; de Japanse "Quantum Technology and Innovation Strategy" (https://www8.cao.go.jp/cstp/english/strategy_r08.pdf); de Australische National Quantum Strategy (<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2023-05/national-quantum-strategy.pdf>); de Canadese National Quantum Strategy (<https://ised-isde.canada.ca/site/national-quantum-strategy/en/canadas-national-quantum-strategy>); en de Britse National Quantum Strategy <https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy>.

²⁸ Representatieve voorbeelden van platformen voor kwantumcomputing zijn gebaseerd op supergeleidende circuits, ingesloten ionen, neutrale atomen, fotonica, diamanten of spin qubits. Elk daarvan biedt specifieke voordelen en technische uitdagingen wat betreft de schaalbaarheid van de computingtechnologie, de betrouwbaarheid en de coherentie.

overzicht van de kwantumcomputers geleverd door bedrijven met hoofdkantoor in verschillende regio's van de wereld.

Technologieplatform	Supergeleiding	Ionenvallen	Koude atomen	Fotonica	Spin qubits
 Machines in de EU	 17	 6	 8	 5	 3
 Machines in het Verenigd Koninkrijk	4	6	0	5	2
 Machines in de Verenigde Staten	26	7	4	2	0
 Machines in Canada	13	0	0	1	0
 Machines in China	2	0	0	0	0
 Machines in ROW ²⁹	1	0	0	1	3

Tabel 1: overzicht van leveranciers op het gebied van kwantumcomputing en -simulatie

Door middel van nationale programma's en het EU-vlaggenschipinitiatief voor kwantumtechnologie³⁰ ontwikkelt Europa alle hierboven aangegeven belangrijke technologieën op het gebied van kwantumcomputing. Deze inspanningen hebben geleid tot werkende prototypen, softwaretoolkits en verschillende deeptech-spin-offs. Via de Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC worden de eerste prototypen van kwantumcomputingsystemen ook al in verschillende EU-lidstaten ingezet (zie figuur 2). Deze vroege inzet dient twee hoofddoelen: de opkomst van een autonome, soevereine en concurrerende Europese kwantumindustrie ondersteunen door in een vroeg stadium een markt voor leveranciers van hardware en software te scheppen en daarnaast de interne markt in staat stellen zich te ontwikkelen door het aantal en de schaal van de gebruiksgevallen en gebruikers te vergroten.

Europa heeft met HPC ook de vroege hybridisatie van kwantumcomputers mogelijk gemaakt en daarmee het doel van het digitale decennium van de EU gehaald, namelijk beschikken over een eerste computer met kwantumacceleratie in 2025³¹. Dit is een strategische mijlpaal: het ondersteunt het Europese ecosysteem voor kwantumhardware, bevordert de opkomst van industriële gebruiksgevallen en legt de basis voor geavanceerdere hybride systemen, wat allemaal bijdraagt aan het langetermijndoel, namelijk het bereiken van een alomvattende kwantumcomputingcapaciteit in 2030. Deze hybridisatie maakt ook de weg vrij voor het gebruik van kwantumcomputers door Europese AI-fabrieken³² en brengt daarmee de doelstellingen van het Actieplan voor het AI-continent³³ dichterbij bereik.

Vooruitkijkend zal het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa gecoördineerde activiteiten om de transitie van de hedendaagse kwantumapparaten van de eerste generatie tot volledig operationele machines te versnellen, verder ondersteunen. Het doel is om binnen Europa te beschikken over kwantumcomputers van de volgende generatie die

²⁹ Rest van de wereld.

³⁰ [Homepage van Quantum Flagship | Quantum Flagship](#).

³¹ Hybride kwantum-/HPC-platformen integreren kwantumprocessors met klassieke HPC-systemen om snelle gezamenlijke verwerking mogelijk te maken, waarbij de kwantumprocessors fungeren als rekenversnellers voor de traditionele supercomputers. Drie hybride platforms, in Frankrijk, Duitsland en Finland, zijn nu operationeel binnen EuroHPC en nationale infrastructuren. Tegen eind 2025 zal hybridisatie in alle Europese faciliteiten voor kwantumcomputing de standaard zijn, hetgeen een aanzienlijke prestatie vormt.

³² [AI-fabrieken | De digitale toekomst van Europa vormgeven](#).

³³ [AI-continent — Europese Commissie](#).

voornamelijk bij leveranciers in de EU zijn verkregen en deze platforms geleidelijk uit te breiden tot ongeveer 100 voor fouten gecorrigeerde qubits³⁴ in 2030, een doelstelling die strookt met de routekaarten van de sector voor het bereiken van een aanmerkelijk rekenvoordeel. **Europa streeft ernaar om in 2035 het eerste continent te zijn dat een schaal van duizenden voor fouten gecorrigeerde qubits per platform heeft, een drempel die noodzakelijk wordt geacht voor het oplossen van concrete problemen.**

Met het bereiken van deze mijlpaal zou Europa een doorslaggevend praktisch kwantumvoordeel³⁵ verkrijgen en zich als wereldleider op het gebied van kwantumcomputing positioneren. Het zal de ontwikkeling van Europese bedrijven op het gebied van kwantumcomputing aanjagen, de ontwikkeling en uitvoering van toonaangevende gebruikerstoepassingen stimuleren en de technologische autonomie van de Unie versterken.



Figuur 2: kaart van EuroHPC-supercomputers, kwantumcomputers en -simulatoren

Tegelijkertijd **blijft Europa investeren in kwantumsimulatoren**³⁶, die het gedrag van een kwantumsysteem kunnen nabootsen met behulp van minder complexe hardware. Deze kwantumsimulatoren maken al doorbraken mogelijk in de materiaalwetenschap, kwantumchemie en fundamentele fysica. Europa bevindt zich in de voorhoede bij de ontwikkeling en toepassing van deze platformen, die naar verwachting eerder dan universele kwantumcomputers resultaten zullen opleveren dankzij de geringere eisen ten aanzien van hardware.

Er wordt een **EU-routekaart voor kwantumcomputing en -simulatie** ontwikkeld, met duidelijke benchmarks en een monitoringproces om de technologische vooruitgang en de maturiteit van de verschillende typen kwantumplatformen bij te houden. De routekaart zal het

³⁴ De hedendaagse kwantumcomputers leveren resultaten die nog niet geheel nauwkeurig zijn (kwantumberekeningen zijn nog erg foutgevoelig). Het verwezenlijken van een effectieve foutcorrectie die resulteert in voor fouten gecorrigeerde qubits (de verwerkingseenheden van een kwantumcomputer) met nauwkeurige rekenresultaten is daarom een belangrijke mijlpaal voor toekomstige, volledig operationele kwantumcomputers.

³⁵ Zie voetnoot 26.

³⁶ PASQuanS2: [Programmable Atomic Large-scale Quantum Simulation 2 — SGA1 | PASQuanS2.1 | Projekt | Fact Sheet | HORIZON | CORDIS! Europese Commissie.](#)

mogelijk maken om regelmatig vast te stellen welke daarvan de meeste vordering hebben geboekt of de beste vooruitzichten voor de lange termijn inhouden. Deze wetenschappelijk onderbouwde aanpak zal leidend zijn voor de strategische beslissingen van Europa en mede bepalen welke toekomstige overheidsinvesteringen in kwantumcomputing voorrang moeten krijgen.

- De EU-route kaart voor kwantumcomputing en -simulatie publiceren [2026]
- Het aantal en de capaciteit van kwantumcomputingsystemen op basis van EuroHPC uitbreiden [vanaf 2026] en een monitoringkader voor kwantumcomputing opzetten [2026]

2.2.2 Kwantumcommunicatie

Kwantumcommunicatie maakt ultrabeveiligde gegevensoverdracht mogelijk, beschermt kritieke infrastructuur en beveiligt gevoelige informatie tegen toekomstige kwantumgebaseerde cyberdreigingen³⁷. Tevens maakt kwantumcommunicatie het mogelijk om de kwantumcommunicatienetwerken op te zetten die nodig zijn om kwantumapparaten zoals sensoren en computers met elkaar te verbinden in een zogenoemd **kwantuminternet**. Dankzij het potentieel voor tweërlei gebruik is deze vorm van communicatie zowel bruikbaar voor civiele toepassingen (zoals het beveiligen van financiële transacties en openbare netwerken) als voor de behoeften van defensie (zoals beveiligde communicatie voor militaire operaties en acties in verband met de nationale veiligheid). Met initiatieven als **EuroQCI**³⁸ en het **kwantuminternet** bouwt de EU een volledig autonome en betrouwbare infrastructuur voor kwantumcommunicatie op om kritieke gegevensstromen te beschermen, openbare communicatie en kritieke infrastructuur te beveiligen en de interne veiligheid in Europa te vergroten in overeenstemming met de ProtectEU-strategie³⁹.

Het EuroQCI-initiatief

Met het EuroQCI-initiatief wordt een beveiligde infrastructuur voor kwantumcommunicatie ontwikkeld die zich uitstrekt over de hele EU, inclusief de overzeese gebieden. Deze infrastructuur maakt deel uit van het IRIS²-initiatief van de Unie en zal bestaan uit een terrestrisch segment van glasvezelcommunicatienetwerken die strategische locaties op nationaal en grensoverschrijdend niveau met elkaar verbinden, en uit een ruimtesegment op basis van satellieten.

Het initiatief vordert snel, nu 26 lidstaten bezig zijn met de aanleg van nationale terrestrische kwantumcommunicatienetwerken, die ook gebruikt zullen worden om een satelliet voor beveiligde communicatie op basis van Quantum Key Distribution (QKD) (Eagle 1) te testen; deze wordt volgens planning in 2026 gelanceerd en zal het eerste Europese demonstratietoestel in een baan om de aarde zijn.

Deze terrestrische kwantumcommunicatienetwerken worden gebruikt om QKD in realistische omstandigheden uit te voeren en te testen. Proefprojecten hebben onder meer betrekking op de beveiligde overdracht van medische gegevens tussen ziekenhuizen, versleutelde communicatie tussen overheidsinstanties en QKD-koppelingen voor kritieke infrastructuur zoals controlecentra voor het elektriciteitsnet. Ze laten zien hoe QKD essentiële publieke diensten en nationale operaties kan beveiligen.

³⁷ De bedreiging die de kwantumcomputer vormt voor de huidige cryptografische protocollen.

³⁸ [Initiatief voor een Europese infrastructuur voor kwantumcommunicatie \(EuroQCI\) | De digitale toekomst van Europa vormgeven.](#)

³⁹ [“Commission presents ProtectEU Internal Security Strategy” — Europese Commissie.](#)

Om deze inzet te ondersteunen, maakt de EU gebruik van een volledig Europese toeleveringsketen voor kwantumcomponenten, -apparaten en -systemen⁴⁰. Er wordt ook een uitgebreide QKD-test- en -beoordelingsfaciliteit aangelegd die voorziet in een voorcertificeringsomgeving voor QKD-componenten en de opname daarvan in end-to-endsystemen en netwerkarchitecturen voorbereidt⁴¹.

Bovendien hangt deze activiteit nauw samen met het EU-beleid op het gebied van cyberbeveiliging, zoals de NIS 2-richtlijn, de aanstaande herziening van de cyberbeveiligingsverordening en de routekaart voor kwantumveilige cryptografie van Enisa om ervoor te zorgen dat beveiligingsmaatregelen van defensiekwaliteit, integriteitscontroles van de toeleveringsketen en incidentresponscapaciteit vanaf het begin deel uitmaken van de infrastructuur voor kwantumcommunicatie, -detectie en -computing.

Andere leidende regio's investeren ook in kwantumveilige capaciteit op de grond en in de ruimte. China heeft bijvoorbeeld QKD van de ruimte tot de grond gedemonstreerd en meer dan 2 000 km beveiligde terrestrische verbindingen tussen steden aangelegd⁴². De Verenigde Staten investeren flink in proefopstellingen voor kwantuminternet en nationale partnerschappen van laboratoria, maar hebben nog geen gefedereerd, beveiligd communicatieprogramma op continentale schaal opgezet. Het Europese model, waarin terrestrische en satellietsegmenten geïntegreerd zijn via IRIS² en dat voortbouwt op inherent veilige principes en componenten waarop de EU toezicht uitoefent, plaatst de EU in de voorhoede bij de ontwikkeling van betrouwbare kwantumnetwerken.

In de periode 2025-2035 zal de EU het EuroQCI-initiatief verder uitbreiden.

Ten eerste zal de EU in de periode 2025-2030 **grensoverschrijdende terrestrische kwantumverbindingen tussen de lidstaten aanleggen**, evenals grondstations die de terrestrische EuroQCI-segmenten verbinden met de EuroQCI-satellieten voor in de ruimte gebaseerde QKD. Tegen 2030 ontstaat aldus een eerste experimenteel, beveiligd, terrestrisch en ruimtecommunicatienetwerk waarin alle EU-lidstaten onderling verbonden zijn.

Ten tweede **zal de EU de marktintroductie en veiligheidscertificering faciliteren**. De EU zal de verdere ontwikkeling, uitontwikkeling en inzet van kwantumcommunicatietechnologieën en -protocollen⁴³ en de regelmatige integratie ervan in EuroQCI blijven ondersteunen. Het ruimtesegment van EuroQCI wordt ook geüpgraded om end-to-eind beveiligde QKD-diensten in de ruimte en op de grond te leveren, die geleidelijk in de volgende generaties van de ruimtediensten van IRIS² geïntegreerd zullen worden. De totale EuroQCI-infrastructuur wordt gecertificeerd op grond van een geharmoniseerde EU-regeling om vertrouwen en naleving te waarborgen.

Het kwantuminternetinitiatief

⁴⁰ “Deze technologieën omvatten kwantum-toevalsgeneratoren (quantum random-number generators — QRNG), bronnen en detectors van enkelvoudige fotonen, op verstrengeling gebaseerde QKD-modules en geïntegreerde telecomplatforms. De toeleveringsketen is gecertificeerd krachtens het programma van de Unie voor beveiligde connectiviteit (Verordening (EU) 2023/588).”

⁴¹ Deze faciliteit maakt rigoureuze karakterisering, veiligheidstests en vroege ondersteuning voor standaardisatie mogelijk, in nauwe overeenstemming met de activiteiten van ETSI — Quantum Key Distribution (www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution).

⁴² Via de backbone Peking-Shanghai en het satellietprogramma Micius, nu opgevolgd door Jinan-1.

⁴³ Voorbeelden van dergelijke technologieën zijn onder meer duurzame, optische geheugens met hoge betrouwbaarheid, cruciaal voor de werking van kwantumrepeaters, en het bouwen en demonstreren van volledig operationele kwantumrepeaters die grootstedelijke netwerken met elkaar verbinden, zowel in het laboratorium als in reële omstandigheden getest.

Het kwantuminternetinitiatief dient om de toekomstige generatie kwantumnetwerken voor te bereiden en is een aanvulling op EuroQCI. Het legt de basis voor gedistribueerde kwantumcomputing en -detectie en ultrabeveiligde gegevensuitwisseling.

Europa heeft al een complete architectuurspecificatie voor een kwantuminternetnetwerk gedefinieerd en aangetoond dat kwantumnetwerken op grootstedelijke schaal mogelijk is⁴⁴. Er zijn kaders voor gebruiksgevallen opgezet en met de lancering van het technologieforum Quantum Internet Alliance (QIA)⁴⁵, het eerste mondiale open forum speciaal voor het kwantuminternet, wordt gewerkt aan de opbouw van een ecosysteem. Ook zijn de eerste industriële spin-offs en productlanceringen op het gebied van kwantuminternet in Europa inmiddels een feit, een teken dat de technologie op dit gebied in een vroeg stadium aan de industrie wordt overgedragen.

Met het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa wordt de verdere technologische ontwikkeling van het kwantuminternet ondersteund⁴⁶ en wordt de interoperabiliteit tussen verschillende onderliggende computerplatformen gewaarborgd. In 2026 wordt op basis van dit initiatief een proeffaciliteit voor het Europese kwantuminternet gelanceerd om belangrijke kwantumveilige componenten en vroege gebruiksgevallen, beveiligde kwantumclouddiensten, gespreide gegevensverwerking en geavanceerde validatieomgevingen te kunnen testen en op die manier onderzoek en toepassing te combineren voorafgaand aan de volledige exploitatie. Het doel is om **tegen 2030 een volledig operationeel, kwantumveilig communicatienetwerk in gebruik te hebben als eerste stap in de richting van een gefedereerd kwantuminternet**. Dit zal ertoe bijdragen de EU een voortrekkersrol te laten vervullen met betrekking tot de internationale standaardisatie op dit gebied. Omdat de vooruitgang van kwantumcomputing een risico voor de veiligheid van onze communicatie vormt⁴⁷, voeren de EU en haar lidstaten momenteel tevens **de aanbeveling voor post-kwantumcryptografie**⁴⁸ uit en hebben ze onlangs een **routekaart**⁴⁹ voor de transitie naar post-kwantumcryptografie gepubliceerd.

- Het eerste experimentele, beveiligde, terrestrische en ruimtetelecommunicatienetwerk aanleggen waarin de EU-lidstaten onderling verbonden zijn [tegen 2030]
- Een routekaart voor kwantumcommunicatie publiceren [2026]
- Een proeffaciliteit voor het Europese kwantuminternet lanceren [2026]

⁴⁴ Bij dit initiatief is men erin geslaagd om *kwantumverstrengeling* te bereiken tussen twee onafhankelijk beheerde kwantumnetwerkknooppunten, met tien km glasvezelkabel ertussen. Ook zijn er technologische vorderingen geboekt bij de ontwikkeling van hardware voor het kwantuminternet, waaronder technologieën en knooppunten voor kwantumrepeaters, naast vorderingen op het gebied van kwantumsoftwarestacks; <https://quantuminternetalliance.org/>.

⁴⁵ <https://quantuminternetalliance.org/>.

⁴⁶ Voorbeelden: schaalbaarheid van kwantumgeheugen, robuuste verstrengelingsdistributie en ontwikkeling van softwarestacks voor kwantumnetwerken.

⁴⁷ Zo verzamelen criminele actoren nu al versleutelde gegevens zoals gestolen databases, beveiligde bestanden of communicatiegegevens volgens het concept “store now, decrypt later” en bewaren ze die informatie met de bedoeling om deze later met behulp van kwantumcomputers te ontcijferen voor kwaadwillige doeleinden. Zie bijvoorbeeld: “[The Second Quantum Revolution: the impact of quantum computing and quantum technologies on law enforcement](#)” (Europol-verslag van 2024).

⁴⁸ [Aanbeveling over een routekaart voor een gecoördineerde uitvoering van de transitie naar post-kwantumcryptografie | De digitale toekomst van Europa vormgeven](#).

⁴⁹ In deze routekaart is vastgelegd welke kwantumveilige algoritmen, ontwikkelingsstandaarden en certificeringsschema's er moeten worden ontwikkeld om gevoelige informatie en kritieke infrastructuur te beschermen. “[EU reinforces its cybersecurity with post-quantum cryptography](#)” | [De digitale toekomst van Europa vormgeven](#).

2.2.3 Kwantumdetectie

Bij kwantumdetectie wordt gebruikgemaakt van kwantumeigenschappen om fysische kenmerken met ongekeerde gevoeligheid en nauwkeurigheid te meten op een manier die de capaciteiten van klassieke sensoren ver te boven gaat⁵⁰. Dit biedt enorme mogelijkheden voor een groot aantal uiteenlopende sectoren, zoals de gezondheidszorg, klimaatverandering, het monitoren van grondwaterbronnen, beveiliging, defensie en ruimtevaart of navigatie.

Het vlaggenschipinitiatief voor quantumtechnologie van de EU heeft een leidende rol gespeeld bij het bevorderen van kwantumdetectietechnologieën, van basiswetenschap tot toepassingsgericht onderzoek. De leidende rol van Europa bij de innovatie van sensoren en als wegbereider voor de industriële inzet en acceptatie in toepassingen met potentieel voor tweërlei gebruik blijkt ook uit het feit dat er al functionele prototypen worden getest in de praktijk.

Kwantumzwaartekrachtmeters

De EU ontwikkelt momenteel een **netwerk van mobiele en stationaire kwantumzwaartekrachtmeters**⁵¹, met behulp waarvan ondergrondse elementen tot op tientallen kilometers onder het oppervlak gedetecteerd kunnen worden, inclusief waterreservoirs, aardgasvelden, delfstoffen, magmakamers of ondergrondse infrastructuur. Ze zijn vooral waardevol voor het monitoren van ondergrondse veranderingen in de loop der tijd, het ondersteunen van toepassingen in de aardwetenschappen en geofysica (onder meer het in kaart brengen van de ondergrond en het snel waarschuwen voor aardbevingen), de klimaatwetenschap (zoals het bijhouden van gletsjerkrimp en uitputting van grondwater), het voorkomen van natuurrampen, de weg- en waterbouw en strategische toepassingen op het gebied van defensie en burgerbescherming, zoals het detecteren van door de mens vervaardigde ondergrondse structuren en het monitoren van kritieke infrastructuur.

In de loop van de komende drie tot vijf jaar wordt in het kader van het vlaggenschipinitiatief voor quantumtechnologie in heel Europa een netwerk van op de grond geplaatste zwaartekrachtmeters uitgerold, aangevuld met zwaartekrachtmeters op hoog gelegen platforms. Daarnaast is de EU voornemens om na 2030 een eerste **verkennende ruimtevlucht in het kader van kwantumgravimetrie**⁵² te ondernemen. Ook zal de integratie van kwantumgravimetrie tijdens vervolgmisssies uit hoofde van IRIS² worden onderzocht. Deze inspanningen kunnen de weg bereiden voor een volledig netwerk van zwaartekrachtmeters voor aardobservatie op de grond, in de lucht en in de ruimte, ter ondersteuning van zowel wetenschappelijk onderzoek als strategische toepassingen, waaronder die met potentieel voor tweërlei gebruik.

Kwantummagnetische resonantiebeeldvorming (Q-MRI)

Op het gebied van medische diagnose heeft EU-onderzoek de weg geëffend voor met quantumtechnologie versterkte beeldvorming, waarbij kwantumsensoren worden gebruikt om magnetische signalen op moleculair niveau te meten. Deze systemen zijn erg veelbelovend voor de precisiegeneeskunde en de gepersonaliseerde gezondheidszorg doordat ze kanker en neurodegeneratieve ziekten sneller detecteren en de diagnostische infrastructuur van Europa moderniseren.

⁵⁰ De voordelen van kwantumdetectie ten opzichte van traditionele detectietechnieken zijn onder meer: hogere detectiegevoeligheid van fysische grootheden zoals magnetische velden, temperatuur, zwaartekracht enz.; grotere nauwkeurigheid en precisie van metingen, hogere resolutie.

⁵¹ “Taking atom interferometric quantum sensors from the laboratory to real-world applications”, *Nature Reviews Physics*, 1, 731-739, <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0117-4>.

⁵² <https://carioqa-quantum Pathfinder.eu/>: onder leiding van CNES, DLR en Airbus.

In 2025 ondersteunt de EU uit hoofde van het vlaggenschipinitiatief voor kwantumtechnologie de oprichting van de Europese **Q-MRI-proefinfrastructuur**⁵³ in een aantal lidstaten. Deze infrastructuur zal klinische validatie van met kwantumtechnologie versterkte MRI-systemen mogelijk maken⁵⁴ en voor erkende onderzoekscentra, ziekenhuizen en sectorale partners vrij toegankelijk zijn om goedgekeurde prototypen van kwantumbeeldvorming te testen. Door de integratie van op AI gebaseerde analysehulpmiddelen zal de infrastructuur de nauwkeurigheid van diagnoses verbeteren, vroegere interventie mogelijk maken en de totale zorgkosten helpen verlagen. Op den duur zal dit netwerk geleidelijk worden uitgebreid tot alle lidstaten.

In het kader van het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa zullen ook het onderzoek en de ontwikkeling van Q-MRI-sensoren en de integratie daarvan in de onderzoeksinfrastructuren voor de volksgezondheid verder worden gefinancierd, om de verdere industrialisatie van deze sensoren te vergemakkelijken.

Naast het bovenstaande zal de EU verdere ondersteuning bieden voor onderzoek op het gebied van **gevoeligere en nieuwe beeldcontrasten**, wat nieuwe diagnosemogelijkheden biedt, bijvoorbeeld op neurologisch gebied (zoals vroegtijdige verstoring van de hersenconnectiviteit door Alzheimer) of oncologie (zoals detectie van kanker door beeldvorming van de stofwisseling).

Om haar strategische positie en planning op het gebied van kwantumdetectietechnologie en meet- en testinfrastructuur verder te bevorderen, **zal de EU een gecoördineerde Europese routekaart voor kwantumdetectie, -meting en -testen** opstellen en relevante normalisatie-inspanningen ondersteunen in samenwerking met metrologische instituten en de lidstaten. Een belangrijk doel is ook om de strategische autonomie van Europa te waarborgen door middel van veilige en conforme toeleveringsketens voor kritieke detectiecomponenten en -systemen.

- Een gespreid systeem van zwaartekrachtmeters in heel Europa aanleggen [vanaf 2026]
- Een routekaart voor kwantumdetectie publiceren [2026]
- Een Europese proefinfrastructuur voor Q-MRI aanleggen en uitbreiden over heel Europa [vanaf 2025]

2.3 Gebied 3: het ecosysteem van kwantum-Europa

Een dynamisch, onderling verbonden en robuust ecosysteem voor kwantumtechnologie is cruciaal voor de capaciteit van Europa om op de lange termijn kwantumtechnologie op grote schaal te ontwikkelen. Op dit moment omvat het Europese ecosysteem voor kwantumtechnologie ongeveer zeventig startende en doorgroeiende ondernemingen, deeptech-investeerders, organisaties voor onderzoek en innovatie, nationale competentieclusters en industriële toeleveringsketens. **Dit ecosysteem blijft echter erg kwetsbaar.** Het bestaat overwegend uit **kleine startende en doorgroeiende ondernemingen die aanzienlijke groeibelemmeringen ondervinden: onstabiele inkomsten, beperkte toegang tot doorgroeikapitaal en beperkte industriële vraag** op de korte termijn. Bovendien ontbreekt het de EU aan grootschalige leveranciers van kwantumhardware en stabiele eindgebruikers die in staat zijn om de vraag aan te jagen en de industriële toepassing te versnellen. Deze structurele zwakte beperkt zowel de private investeringen als de opkomst van kritieke toeleveringsketens.

Zonder gecoördineerde interventie en toegankelijke trajecten naar echte marktkansen dreigen veel van deze startende ondernemingen te verdwijnen of zich te vestigen in ecosystemen buiten Europa die meer ondersteuning bieden.

⁵³ [Quantum-enhanced and AI-powered metabolic MRI Diagnostics](#).

⁵⁴ Deze worden ingezet als gecontroleerde klinische proeven op grond van de EU-verordening betreffende medische hulpmiddelen.

Om dit ecosysteem te ondersteunen, moet Europa beslissende stappen zetten om de industrialisatie te bevorderen, veelbelovende actoren te laten groeien, strategische toeleveringsketens veilig te stellen, leidende markten te ontwikkelen, strategische activa te beschermen en de volgende generatie kwantumprofessionals op te leiden.

2.3.1 Van laboratorium naar fabriek en naar industrialisatie

De mondiale markt voor kwantumtechnologie bevindt zich nog in de beginfase. Deze markt is op dit moment twee tot drie miljard EUR waard, maar zal in 2040 naar verwachting een marktomvang van 155 miljard EUR bereiken⁵⁵. Deze groeiverwachting brengt met zich mee dat er behoefte is aan een gecoördineerde, homogene industrialisatiestrategie voor de EU om Europese bedrijven de gelegenheid te bieden van deze aanstaande kans te profiteren.

Kwantumchips zijn de belangrijkste basisvoorwaarde voor de industrialisatie van kwantumtechnologie en ontwikkeling van de markt. Momenteel bevindt de ontwikkeling hiervan zich echter in een fase die vergelijkbaar is met die van halfgeleiders dertig tot veertig jaar geleden, waarbij de meeste kwantumapparaten van nu handgemaakt zijn volgens een ontwerp waarop eigendomsrechten rusten.

Europa moet snel werk maken van de eerste grootschalige, goedkope productie van kwantumchips en daarbij zo veel mogelijk gebruikmaken van processen die compatibel zijn met die welke gebruikt worden voor micro-elektronica en fotonica of zo nodig nieuwe processen ontwikkelen. Met deze aanpak zou het mogelijk zijn om de bestaande infrastructuur voor halfgeleiders te benutten, kosten te besparen en de marktintroductie van kwantumchips en -apparaten te versnellen.

Op deze manier kan de EU **spoedig de eerste zes kwantumproeflijnen in gebruik nemen via de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips”** in overeenstemming met de chipsverordening⁵⁶. Met een door de EU en de lidstaten gezamenlijk opgebrachte financiering van 40 tot 50 miljoen EUR per proeflijn ondersteunt dit initiatief de snelle ontwikkeling van prototypen, de validatie van ontwerpen en de ontwikkeling van processen, terwijl de nauwe samenwerking met de industrie bevorderlijk is voor het ontstaan van gebruiksgevallen uit de praktijk. Deze zes proeflijnen breiden de experimentele proeflijnen van het vlaggenschipinitiatief voor kwantumtechnologie⁵⁷ uit tot industriële proeflijnen.

In de komende drie tot vijf jaar zullen deze inspanningen Europa in staat stellen om kwantumtechnologie en andere faciliterende technologieën en processen uit te ontwikkelen en te consolideren alvorens tegen 2030 de eerste kwantumproductievestigingen te bouwen. Om de planning en implementatie van volledige industrialisatie te ondersteunen, en in overeenstemming met het kompas voor concurrentievermogen van de EU, **zal de Commissie in 2026 een routekaart voor de grootschalige industrialisatie van kwantumchips uitbrengen.**

Omdat ontwerpfaciliteiten en -bibliotheken cruciaal zijn voor elk ecosysteem voor kwantumchips, zal de EU in het kader van de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips” **een kwantumontwerpfaciliteit** op poten zetten. Deze faciliteit zal dienstdoen naast het cloudgebaseerde ontwerpplatform van de halfgeleiderindustrie en in verbinding staan met de kwantumproeflijnen.

Om de industrialisatie van kwantumtechnologie te faciliteren, zullen tevens technische interoperabiliteit en nieuwe normen nodig zijn. In 2026 zal de EU daarom **een Europese routekaart voor kwantumnormen** publiceren en samen met de lidstaten een actieve deelname

⁵⁵ “[McKinsey Quantum Technology Monitor 2024](#)”.

⁵⁶ Verordening (EU) 2023/1781: [Europese chipsverordening](#) | [De digitale toekomst van Europa vormgeven](#).

⁵⁷ [QU-PILOT](#) en [QU-TEST](#).

van belanghebbenden uit de sector in Europese en internationale normalisatie-instellingen ondersteunen.

2.3.2 Het Europese kwantumecosysteem versterken en opschalen

Voor een werkelijke schaalvergroting van het Europese kwantumecosysteem zijn de volgende maatregelen nodig.

Ten eerste, **het aanleggen van een pan-Europees gecentraliseerd netwerk van kwantumproefopstellingen met vrije toegang**. Kwantumtechnologieën zijn afhankelijk van gevoelige systemen en laboratoria⁵⁸ die technisch complex en extreem kostbaar zijn. Daardoor is het voor de meeste actoren, in het bijzonder voor kmo's en startende ondernemingen, ondoenlijk om dergelijke faciliteiten onafhankelijk op te bouwen. Om de toegang tot testfaciliteiten, speciale apparatuur en experimenteermogelijkheden te verbreden, worden de bestaande proeffaciliteiten van het vlaggenschipinitiatief voor kwantumtechnologie omgezet in een pan-Europees gecentraliseerd netwerk van kwantumproefopstellingen met vrije toegang. Deze faciliteiten zullen ontwikkelaars, startende ondernemingen, kmo's en onderzoekers voorzien van diensten en toegang voor het testen, valideren en standaardiseren van hun kwantumapparaten⁵⁹. Dit zal de overgang van prototype naar markttoepassing versnellen en schept gunstige omstandigheden voor certificeringsinspanningen, die onontbeerlijk zijn voor het opbouwen van betrouwbare toeleveringsketens en vertrouwen van klanten.

Ten tweede, **uitbreiding van de kwantumcompetentieclusters (QCC's)**. Deze clusters zijn al ingebed in nationale en regionale innovatie-ecosystemen in verschillende lidstaten. Het zijn regionale hubs die voorzien in een gemeenschappelijke infrastructuur en gemeenschappelijke diensten en bovendien een brug slaan tussen onderzoek en industrie. Het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa ondersteunt de uitbreiding en samenkoppeling van deze clusters over de hele EU, inclusief lidstaten die nog niet over dergelijke clusters beschikken. QCC's zullen fungeren als gespreide expertisecentra die het bindweefsel van het kwantumecosysteem vormen en startende ondernemingen, onderzoekers en industriële partners koppelen aan infrastructuren, proeflijnen en ontwerpfaciliteiten in de hele Unie. Ze zullen de samenwerking⁶⁰ en samenhang tussen alle strategische gebieden van kwantumtechnologie bevorderen, van onderzoek tot en met industrialisatie en ontwikkeling van vaardigheden. Net als de Europese digitale-innovatiehubs (EDIH's) zullen QCC's diensten aanbieden die zijn toegesneden op regionale sterke punten, maar zijn ingebed in pan-Europese samenwerking, die ze tevens bevorderen.

Ten derde, **het bevorderen van beschermingsmechanismen voor intellectuele eigendom** zodat kwantumbedrijven ze kunnen gebruiken om strategische controle over belangrijke innovaties te verkrijgen en de uitstroom van kritieke activa te voorkomen.

Ten vierde, **vaart maken met de industriële toepassing van kwantumtechnologieën**. De EU zal een gecoördineerde aanpak hanteren om toonaangevende gebruikers in zowel de publieke als de private sector te stimuleren. In dit verband **zijn overheidsopdrachten een belangrijk middel om de snelle toepassing te bevorderen en de eerste marktkansen te scheppen**. De Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC ondersteunt reeds de aankoop van de eerste kwantumcomputers door middel van overheidsopdrachten. Bovendien zal de Commissie innovatiegerichte aanbestedingsregelingen ondersteunen die ziekenhuizen, exploitanten van infrastructuur, kritieke publieke diensten en overheidsinstanties helpen om als initiërende klant voor kwantumoplossingen te fungeren. Dit wordt ondersteund met gerichte financiële

⁵⁸ Hiertoe behoren onder meer ultraschone omgevingen, cryogene koeling, vacuümsystemen en precisiebesturingselektronica.

⁵⁹ In overeenstemming met de komende [Europese strategie voor onderzoeks- en technologie-infrastructuren](#).

⁶⁰ In overeenstemming met de relevante antitrustregels van de EU, zoals de Richtsnoeren inzake de toepasselijkheid van artikel 101 VWEU op horizontale samenwerkingsovereenkomsten, uit 2023, voor zover van toepassing.

stimuleringsmaatregelen en toepassingskaders voor overheidsinstanties die een voortrekkersrol kunnen vervullen. Door **lidstaten als eerste institutionele kopers van Europese kwantumtechnologieën** te positioneren, wordt een sterk signaal afgegeven aan markten en investeerders en wordt bijgevolg de ontwikkeling van het ecosysteem en de commerciële levensvatbaarheid ondersteund.

Ten vijfde, **startende kwantumtechnologiebedrijven en Europese bedrijven met elkaar in verbinding brengen**. Dit is essentieel voor de markuitbreiding van startende ondernemingen. In samenwerking met het kwantumecosysteem⁶¹ zal de Commissie sectorspecifieke uitdagingen opstellen, met name voor de lucht- en ruimtevaartindustrie, de automobielsector, de energiesector, de maakindustrie, de logistiek en de farmaceutische industrie, om grote industriële spelers aan te moedigen strategische mede-ontwikkelingspartners en toonaangevende gebruikers te worden.

Ten slotte is voor een groeiend kwantumecosysteem een instroom van relevant talent nodig. Hierop wordt in punt 2.5 verder ingegaan.

2.3.3 Investeren in startende en doorgroeiende kwantumondernemingen

Hoewel er ruimschoots financiering uit publieke bronnen voor de beginfase en ontwikkelingsfase voorhanden is, trekt Europa slechts 5 % van de mondiale private financiering voor de kwantumsector aan, tegen 50 % voor de Verenigde Staten. Dit financieringstekort is vooral nijpend in de latere ontwikkelingsfasen⁶² en houdt het risico in dat startende ondernemingen uit de EU door niet-Europese investeerders worden overgenomen, met potentieel verlies van intellectuele eigendom, kritieke technologieën, technologische soevereiniteit en talent tot gevolg.

Daarom worden investeringsfondsen, waaronder particuliere fondsen met publieke achtervang, aangemoedigd om fors in de ontwikkeling van kwantumtechnologie te investeren. Het gaat hierbij onder meer om steun uit het Fonds van de Europese Innovatieraad (EIC)⁶³, het European Tech Champions Initiative van de Europese Investeringsbank Groep (EIB)⁶⁴ en garanties voor eerste verliezen en mede-investeringsregelingen via InvestEU.

In de in mei 2025 aangenomen EU-strategie voor startende en doorgroeiende ondernemingen⁶⁵ is de oprichting van het **Scaleup Europe-fonds** aangekondigd, als onderdeel van het EIC-fonds, om aanzienlijke particuliere middelen te mobiliseren en directe aandeleninvesteringen te doen in strategische sectoren zoals kwantumtechnologie. De EU-strategie voor startende en doorgroeiende ondernemingen biedt ook gerichte oplossingen om de toegang tot financiering, overheidsopdrachten, markten, diensten en talent voor innovatieve startende en doorgroeiende ondernemingen te vergemakkelijken.

Zoals voorgesteld in de tussentijdse evaluatie van het cohesiebeleid⁶⁶, kunnen beheersautoriteiten bovendien de gelegenheid te baat nemen om fondsen met behulp van stimuleringsmaatregelen en flexibiliteit over te hevelen naar investeringen in doelen van het platform voor strategische technologieën voor Europa (STEP), als een van de prioriteiten. De

⁶¹ European Quantum Industry Consortium, [Homepage — QuIC](#).

⁶² “[The Future of European Competitiveness — A Competitiveness Strategy for Europe](#)” (De toekomst van het Europese concurrentievermogen — Een strategie voor het concurrentievermogen van Europa).

⁶³ Tussen 2021 en 2024 heeft de EIC al circa 350 miljoen EUR toegekend om de groei van startende kwantumondernemingen te stimuleren. Verdere investeringen tot 30 miljoen EUR per onderneming van de EIC in doorgroeiende kwantumondernemingen zijn in voorbereiding na de oproep daartoe van de EIC als onderdeel van het platform voor strategische technologieën voor Europa (STEP).

⁶⁴ [Fund of Funds to Support European Tech Champions](#).

⁶⁵ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/jobs-and-economy/eu-startup-and-scaleup-strategy_en.

⁶⁶ “[Een gemoderniseerd cohesiebeleid:tussentijdse evaluatie](#)” (COM(2025) 163).

Commissie spoort lidstaten en regio's aan om zich bij de herprogrammering in het kader van de tussentijdse evaluatie te richten op baanbrekende, innovatieve bedrijven en bedrijven te helpen die bijdragen aan de strategische sectoren en waardeketens van Europa, zoals kwantumtechnologie.

In het kader van de spaar- en investeringsunie⁶⁷ ten slotte, zal de Commissie maatregelen naar voren brengen die de fragmentatie in de interne markt voor financiële diensten aanpakken en belemmeringen wegnemen voor vlotte grensoverschrijdende investeringen in de EU, waaronder die in het voor de ontwikkeling van kwantumtechnologie belangrijke durfkapitaal. De EU zal onder meer aandeleninvesteringen door institutionele beleggers aanmoedigen; de regels voor beursnotering vereenvoudigen bij de uitvoering van de wetgeving inzake beursnotering; maatregelen naar voren brengen om uitrede van beleggers in particuliere ondernemingen te ondersteunen; samen met de EIB mogelijke initiatieven verkennen om private investeringen voor durf- en groeikapitaal aan te trekken en belemmeringen voor nationale belastingprocedures aanpakken⁶⁸.

2.3.4 De beveiliging van de toeleveringsketen verbeteren

Een door veerkrachtige toeleveringsketens ondersteund, dynamisch kwantumecosysteem is essentieel om de economische veiligheid van Europa te versterken. Hoewel de traditionele openheid van de EU voor handel, investeringen en onderzoek van cruciaal belang voor de ontwikkeling van het kwantumecosysteem van Europa is en zal blijven, kleven er ook bepaalde bezwaren aan. Enerzijds zijn Europese kwantumbedrijven en -onderzoekers afhankelijk van een constante toeleveringsstroom uit betrouwbare bronnen en hebben ze daar tevens veel baat bij. Anderzijds kunnen deze toeleveringsketens als wapen worden ingezet. Het is daarom van essentieel belang dat kritieke kwetsbaarheden in de Europese toeleveringsketen voor de kwantumsector worden opgespoord en aangepakt om de risico's die de extreme afhankelijkheid van niet-Europese bronnen voor de EU met zich meebrengt te beperken. Het in kaart brengen van de risico's en het nauwlettend volgen van de ontwikkeling van het opkomende kwantumecosysteem vormen dan ook een cruciaal onderdeel van de Europese aanpak om een gezonde, veilige en concurrerende Europese deeptech-omgeving voor de kwantumsector op te bouwen.

Als onderdeel van de strategie voor economische veiligheid van de EU⁶⁹ en van het waarnemingscentrum voor kritieke technologieën⁷⁰ en in nauwe samenwerking met belanghebbenden en de lidstaten, **voert de Commissie een EU-brede risicobeoordeling met betrekking tot kwantumtechnologie uit om kwetsbaarheden in de toeleveringsketen te inventariseren**, waarbij de aandacht in het bijzonder uitgaat naar materialen, onderdelen en sleuteltechnologieën. Het doel van deze beoordelingen is om strategische afhankelijkheden, potentiële knelpunten en systemische kwetsbaarheden in de toeleveringsketen voor kwantumtechnologie op te sporen, variërend van zeldzame materialen tot precisieonderdelen, besturingselektronica en softwarestacks. De bevindingen zullen als basis dienen voor gerichte risicobeperkende maatregelen, zoals spreiding van leveranciers, versterking van de Europese productiecapaciteit, samenwerking met leverancierslanden krachtens de Global Gateway en mechanismen voor het delen van risico's. De eerste resultaten worden in 2026 verwacht. Bovendien vormt de rol die kwantumtechnologieën spelen voor de veiligheid en het bewaren van de openbare orde in de EU onderwerp van de gesprekken over lopende en toekomstige initiatieven met betrekking tot inkomende en uitgaande investeringen en exportcontrole.

⁶⁷ [Spaar- en investeringsunie — Europese Commissie](#).

⁶⁸ Met inachtneming van de relevante staatssteunregels, voor zover van toepassing.

⁶⁹ [JOIN\(2023\) 20 final](#); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>. Deze strategie omvat tevens risicobeoordelingen met betrekking tot de technologieveiligheid en het uitlekken van technologie, waarvoor kwantumtechnologie tot dusver een van de vier aandachtsgebieden vormt.

⁷⁰ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/eu-observatory-critical-technologies_en.

Voortbouwend op voornoemde bevindingen, zal de komende **kwantumverordening** de versterking van het kwantumecosysteem, en in bredere zin de bovenstaande industrialisatie-inspanningen, verder ondersteunen door lidstaten, bedrijven, investeerders en onderzoekers ertoe aan te zetten in (proef)productiefaciliteiten te investeren in het kader van grootschalige initiatieven in de hele EU, of nationale, of regionale inspanningen.

- Zes nieuwe proefproductielijnen voor de kwantumsector oprichten in het kader van de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips” om technologieën op te schalen van het laboratorium naar de markt [2025]
- Een routekaart voor de industrialisatie van kwantumchips uitbrengen [2026]
- Een kwantumontwerpfaciliteit in gang zetten [2026]
- Een Europese routekaart voor kwantumnormen publiceren [2026]
- Het netwerk van kwantumcompetentieclusters uitbreiden [2026]
- Voor de hele EU beoordelingen van de kwetsbaarheden van toeleveringsketens uitvoeren en afronden [2025-2026]

2.4 Gebied 4: kwantumtechnologieën voor de ruimtevaart en voor tweërlei gebruik (veiligheid en defensie)

Kwantumtechnologieën hebben potentieel voor tweërlei gebruik. Bijgevolg zijn ze cruciaal voor het versterken van zowel de Europese concurrentiekracht als de strategische autonomie van Europa op het gebied van de ruimtevaart, veiligheid en defensie. Recente kwantumtechnologische vorderingen houden grote voordelen voor defensie en veiligheid in, zoals ultrabeveiligde communicatie, verbeterde detectie op het slagveld en geoptimaliseerde logistiek. Ze kunnen echter ook een risico vormen als tegenstanders een technologische voorsprong bereiken. Om het potentieel van deze vorderingen ten volle te benutten en tevens deze risico's te beperken, komt het aan op proactief beleid en toezichtmaatregelen, alsook nauwe coördinatie met belangrijke partners zoals het Europees Defensieagentschap.

Kwantumtechnologieën in de ruimte

Kwantumtechnologieën bieden belangrijke strategische kansen voor Europese ruimtemissies. Kwantumtechnologieën voor beveiligde communicatie zijn al geïntegreerd in belangrijke ruimtevaartinitiatieven van de EU, waaronder EuroQCI/IRIS² en de verkennende ruimtemissie in het kader van kwantumgravimetrie. De ruimtevaartactiviteiten van de EU strekken zich ook uit tot de bevordering van kwantumtraagheidsnavigatiesystemen, met inbegrip van prototypen op basis van kwantumoptische sensoren in het kader van het Galileo-programma, voor autonome positionering in omgevingen waar wereldwijde satellietnavigatiesystemen (GNSS) opzettelijk buiten gebruik gesteld of door spoofing getroffen zijn. Deze prototypen zullen naar verwachting in de komende jaren aan boord van Galileo-satellieten worden getest om te beoordelen welk potentieel ze hebben voor operationele inzet. Tegelijkertijd wordt onderzocht of ook kwantumklokken in aanmerking komen voor toekomstige Galileo-verbeteringen. Door de grotere rekencapaciteit zal kwantumcomputing naar verwachting ook de ruimtevaarttechniek en de kennis over het heelal naar een hoger plan tillen. Daarnaast biedt een groot aantal op kwantumtechnologie gebaseerde ruimtetoeepassingen veel mogelijkheden voor militaire doeleinden en inlichtingendiensten.

Samen beloven deze kwantumtechnologieën aanzienlijke vooruitgang met zich mee te brengen wat betreft stabiele tijdmeting, precisie en veerkracht en daarmee de strategische autonomie van Europa op het gebied van satellietnavigatie te versterken. Om het potentieel van kwantumtechnologie in de ruimte verder te onderzoeken, zal de Commissie het huidige samenwerkingsverband met het Europees Ruimteagentschap (ESA) uitbreiden om gezamenlijk **een routekaart voor kwantumtechnologie in de ruimte** te ontwikkelen en de

complementariteit en synchronisatie van kwantumgerelateerde ruimtevaartactiviteiten te waarborgen.

Kwantumtechnologieën voor veiligheid en defensie

Het potentieel voor tweërlei gebruik van kwantumtechnologieën houdt in dat doorbraken in het kader van deze technologieën ook belangrijke voordelen met zich mee kunnen brengen voor toepassingen op het gebied van strategische veiligheid en defensie. Zo zou kwantumcomputing defensiestrategieën radicaal kunnen veranderen doordat het snellere besluitvorming mogelijk maakt en kan helpen om complexe operationele en logistieke uitdagingen op te lossen. Het kan ook van pas komen om nieuwe materialen van militaire kwaliteit te ontwerpen of gevoelige informatie te beveiligen tegen cyberdreigingen.

Kwantumcomputing staat op het punt een grondige verandering teweeg te brengen in belangrijke toepassingen op het gebied van veiligheid en defensie, zoals de simulatie van vloeistofstromen met extreme temperaturen, verbrandingsdynamica of de ontwikkeling van hittebestendige materialen. Technologieën voor kwantumdetectie bieden toegang tot kritieke capaciteiten voor defensie, zoals zeer nauwkeurige gravimetrie, magnetometrie en traagheidsnavigatie. Deze sensoren maken het detecteren van ondergrondse structuren, het volgen van onderzeeërs en de geavanceerde detectie van bedreigingen mogelijk. Tegelijkertijd zorgt kwantumcommunicatie, met name QKD, voor ultrabeveiligde informatie-uitwisseling via terrestrische en satellietnetwerken, zodat militaire en inlichtingengegevens worden beschermd tegen spionage of toekomstige cyberdreigingen op basis van kwantumtechnologie. Zowel detectie- als communicatietechnologie zijn daarom belangrijke basisvoorwaarden voor de strategische autonomie en operationele superioriteit op het gebied van defensie en veiligheid van Europa.

Mondiale spelers als de Verenigde Staten⁷¹ en China investeren fors in ruimte- en militaire toepassingen van kwantumtechnologie, zoals navigatie die onafhankelijk van het wereldwijde satellietnavigatiesysteem (GNSS) werkt, beveiligde satelliet- en terrestrische communicatie, kwantumlidar⁷² en met kwantumtechnologie verbeterde radars. Kwantumtechnologieën beginnen ook invloed te krijgen op bredere allianties en samenwerkingsverbanden⁷³.

In de EU hebben verschillende lidstaten⁷⁴ al investeringen in hun defensieprogramma opgenomen om kwantumtechnologieën als cold atom-sensoren, diamantsensoren of kwantumcomputers te ontwikkelen en onderzoeken ze gebruikgevallen zoals geavanceerde tijdsbepaling, positionering zonder GNSS en zeebodemcartografie.

Om meer gelegenheden tot investering in voor tweërlei gebruik geschikte en kritieke defensietechnologieën in het kader van de EU-programma's te scheppen, heeft de Commissie onlangs een voorstel⁷⁵ gepresenteerd om het toepassingsgebied van de relevante bestaande instrumenten te wijzigen. De Commissie heeft tevens maatregelen genomen om technologieën met potentieel voor tweërlei gebruik, waaronder kwantumtechnologie, in te zetten voor

⁷¹ Quantum Benchmarking Initiative: <https://www.darpa.mil/research/programs/quantum-benchmarking-initiative>.

⁷² Een kwantum-LiDAR is een lichtdetectie en -afstandsmetingssysteem dat gebruikmaakt van kwantumeigenschappen zoals verstrengeling om de gevoeligheid en nauwkeurigheid van doeldetectie en afstandsschatting te verbeteren tot voorbij klassieke limieten.

⁷³ Bijvoorbeeld “BRICS And Quantum Computing”.

⁷⁴ Bijvoorbeeld Frankrijk (PROQCIMA-programma betreffende kwantumsensoren voor defensie — <https://quantique.france2030.gouv.fr/acces-aux-marches/programme-proqcima>), Duitsland (kwantumcommunicatie en -detectie in het kader van BMBF), Italië (cold atom-sensoren voor navigatie zonder GNSS), Oostenrijk (kwantumklokken en traagheidssensoren), Finland (draagbare kwantumdetectiesystemen voor defensie).

⁷⁵ COM(2025) 188 final van 22 april 2025: voorstel voor een verordening tot wijziging van de Verordeningen (EU) 2021/694, (EU) 2021/695, (EU) 2021/697, (EU) 2021/1153, (EU) 2023/1525 en (EU) 2024/795 wat betreft het stimuleren van defensiegerelateerde investeringen in de EU-begroting met het oog op de uitvoering van het ReArm Europe-plan.

defensie, bijvoorbeeld door middel van acties in het kader van het Europees Defensiefonds en de EU-regeling voor defensie-innovatie (Eudis).

De achterliggende gedachte van al deze activiteiten is dat Europa ervoor moet kunnen instaan dat kwantumtechnologische ontwikkelingen toegankelijk en veilig blijven, niet worden belemmerd door exportregels van derde landen en aansluiten bij Europese defensie- en veiligheidsdoelen.

De EU en de NAVO zien kwantumtechnologieën ook als missiekritieke factoren voor inlichtingen, toezicht, navigatie en een veilige infrastructuur. In 2024 heeft de NAVO de Transatlantic Quantum Community opgericht, met de ambitie om een “op kwantum voorbereide alliantie” te worden. De Commissie en de NAVO houden zich bezig met kwantumtechnologieën als onderdeel van de gestructureerde dialoog tussen de EU en de NAVO over opkomende en disruptieve technologieën.

Volgens de **Europese strategie voor interne veiligheid ProtectEU** en het Europees Defensiefonds is kwantumtechnologie een sleutelgebied om de veiligheid op de lange termijn en de technologische voorsprong van de EU zeker te stellen. Kwantumtechnologieën worden ook genoemd in het **witboek over de gereedheid van de Europese defensie 2030** als mogelijkheid om traditionele benaderingen van oorlogsvoering te doorbreken en te transformeren. In het witboek staat dat de Commissie relevante vorderingen, initiatieven en programma's op kwantumgebied zal bijdragen aan het **technologisch stappenplan voor de bewapening van Europa**. Dit zal de transformatie van defensie versnellen en investeringen in geavanceerde technologische capaciteit voor tweërlei gebruik op EU-, nationaal en particulier niveau stimuleren.

Om deze inspanningen in goede banen te leiden, **zal de Commissie tegen 2026 een specifiek technologisch stappenplan voor kwantumdetectie in de ruimtevaart- en defensiesector ontwikkelen**, waarbij prioriteiten van de civiele, beveiligings- en defensiegemeenschappen op elkaar worden afgestemd. Dit zal bijdragen aan de coördinatie van investeringen in sensoren van de volgende generatie, waaronder sensoren voor gravimetrie, navigatie en geavanceerde dreigingsdetectie.

Daarnaast zal de EU vanaf 2026 initiatieven ontplooien om de invoering van civieltechnische kwantuminnovaties in beveiligings- en defensietoepassingen te versnellen. Bij deze initiatieven zullen vooraanstaande bedrijven en onderzoeksgroepen in contact gebracht worden met actoren uit de defensiesector om de ontwikkelingscycli te verkorten en de technologische voorsprong van Europa op het gebied van **capaciteiten met potentieel voor tweërlei gebruik** te versterken.

- Een samenwerkingsovereenkomst met ESA aangaan voor de ontwikkeling van een stappenplan voor kwantumtechnologie in de ruimte [tweede kwartaal van 2025]
- Een technologisch stappenplan voor kwantumdetectie in de ruimtevaart- en defensiesector ontwikkelen [2026]
- Bijdragen aan het technologisch stappenplan voor de bewapening van Europa [vierde kwartaal van 2025]
- Initiatieven ontplooien om civieltechnische ondernemingen en de academische wereld te betrekken bij de ontwikkeling van defensietoepassingen [vanaf 2026]

2.5 Gebied 5: kwantumvaardigheden

Europa heeft een sterke basis van academisch talent op het gebied van kwantumtechnologie ontwikkeld. Met meer dan 110 000 afgestudeerden⁷⁶ in natuurkunde, ICT, techniek en aanverwante vakken, heeft de Europese Unie wereldwijd het hoogste aantal afgestudeerden in

⁷⁶ “[Global Comparison of STEM Education](#)” | [SpringerLink](#).

met de kwantumtechnologie verband houdende disciplines in verhouding tot haar bevolking. Volgens de strategische onderzoeks- en sectoragenda 2030 van het vlaggenschipinitiatief voor kwantumtechnologie⁷⁷ heeft Europa meer dan veertig gespecialiseerde masterprogramma's op het gebied van kwantumtechnologie en kwantumengineering. Dit is echter nog steeds onvoldoende om te voldoen aan de verwachte vraag van de startende ondernemingen en de sector in de EU, die te maken hebben met een ernstig tekort aan vakmensen met relevante praktische vaardigheden. Het tekort is het meest kritiek in toegepaste sectoren⁷⁸ als kwantumsoftware-engineering, systeemintegratie en kwantumcyberbeveiliging en vertraagt het commercialisatietraject van startende en doorgroeiende ondernemingen in de EU.

In het kader van de vaardigheidsunie⁷⁹ ontplooit de Commissie verschillende initiatieven om de tekorten aan vaardigheden, waaronder die op het gebied van kwantumtechnologie, aan te pakken. De Commissie zal in 2026 een virtuele **Europese academie voor kwantumvaardigheden** oprichten, die als uniek, centraal contactpunt zal fungeren en zicht moet bieden op de beschikbare kwantumtechnologische opleidingen en kansen voor praktische toepassing op alle onderwijsniveaus. In het kader van dit initiatief zal de Commissie de samenwerking met de academische wereld, opleidingsinstituten, de onderzoeksgemeenschap en sectorale partners bevorderen om onderwijsprogramma's en op zichzelf staande opleidingsmodules te ontwikkelen en aan te bieden door middel van een interdisciplinaire aanpak. De programma's omvatten studiepakketten op ISCED-niveau 7 (masterniveau of gelijkwaardig) of 8 (doctoraal of gelijkwaardig niveau) en worden afgesloten met een titel volgens het Europees systeem voor het overdragen en verzamelen van studiepunten (ECTS). Virtuele studentenbeurzen en studiebeursregelingen zullen dit soort programma's bevorderen.

Om toekomstgerichte vaardigheden te stimuleren, zal de Commissie voorts de ontwikkeling van innovatieve gezamenlijke Europese studieprogramma's vergemakkelijken, onder meer in strategische sectoren en cruciale technologische gebieden als kwantumtechnologie, mogelijk door middel van een Europese titel/kwalificatie op basis van gemeenschappelijk overeengekomen criteria.

In overeenstemming met het doel van de vaardigheidsunie om mondiaal talent aan te trekken en te behouden, zal de academie tevens beurzen verstrekken om al dan niet uit de EU afkomstige, hooggekwalificeerde promovendi en jonge vakmensen van buiten de EU de mogelijkheid te bieden in de EU te werken.

Om haar activiteiten op te schalen en te verspreiden, zal de academie communicatie- en bewustmakingspraktijken ontwikkelen. Hierbij valt onder meer te denken aan een speciale startpagina op het internet die als **portaal voor kwantumtalent** zal fungeren en in het platform voor digitale vaardigheden en banen wordt geïntegreerd, "Teach the Teacher"-modules voor docenten op universitair en secundair niveau om studenten en leerlingen van jongs af aan kennis over kwantumtechnologie bij te brengen en het delen van beste praktijken met lidstaten en daarvoor in aanmerking komende derde landen.

De communicatie door de virtuele academie heeft als doel om het publieke bewustzijn, het maatschappelijk begrip en het vertrouwen te vergroten en de inzet van op kennis van zaken gestoeld beleid op het gebied van kwantumtechnologie te bevorderen. Een belangrijk feit is dat de communicatie- en bewustmakingsactiviteiten van de academie tevens helpen om de

⁷⁷ "Strategic Research and Industry Agenda 2030", Quantum Flagship: <https://qt.eu/media/pdf/Strategic-Research-and-Industry-Agenda-2030.pdf>.

⁷⁸ [IQM-State-of-Quantum-2025.pdf](#), [RAND Europe: "Quantum's Future Workforce Needs More Than Physicists"](#).

⁷⁹ [COM\(2025\) 90 final](#).

diversiteit te vergroten en de aanzienlijke genderkloof te dichten die het Europese personeelsbestand in de kwantumsector nog steeds kenmerkt⁸⁰.

De virtuele academie is weliswaar een belangrijke eerste stap, maar de langetermijnvisie is om een geografisch over de EU verspreid netwerk van academiën op te richten die met kwantumcompetentieclusters en kenniscentra voor halfgeleidertechnologie in verbinding staan om hun effectiviteit te vergroten.

Uit hoofde van het programma Digitaal Europa⁸¹ zal de Commissie daarnaast een proefproject voor een **kwantum-stageprogramma** steunen om te zorgen voor een aanvoerkanal van kwantumspecialisten die met concrete projecten zijn opgeleid en klaar zijn om de arbeidsmarkt van de EU (opnieuw) te betreden, en terugkeerregelingen voor vakmensen invoeren. Om meer kruisbestuiving tussen de academische wereld en het bedrijfsleven tot stand te brengen, zal de Commissie vanaf 2026 bovendien **Europese wedstrijden voor geavanceerde digitale vaardigheden** ontwikkelen, die jongeren zullen betrekken bij de cocreatie van kwantumgestuurde oplossingen voor belangrijke maatschappelijke en industriële uitdagingen en die creatief en innovatief denken bevorderen.

Aangezien technologie zich snel ontwikkelt, zijn ook de vereiste vaardigheden voor beroepen in de kwantumsector aan ontwikkeling en verandering onderhevig en is het dus van cruciaal belang om de aanbieders van onderwijs en trainingen, de behoeften van de sector en de vraag naar personeel constant te monitoren. In het kader van de vaardigheidsunie zal het Europees Waarnemingscentrum voor informatie over vaardigheden belangrijke ontwikkelingen in de behoefte aan vaardigheden voor strategische sectoren in Europa bijhouden.

Daarnaast zal de Europese Innovatieraad in 2025 een proefprogramma voor **plaatsing van onderzoekers in startende ondernemingen op het gebied van kwantumtechnologie** in gang zetten. Met behulp van een speciaal platform om onderzoekers en innovatieve startende en doorgroeiende ondernemingen met elkaar in verbinding te brengen, vergemakkelijkt deze actie een gerichte plaatsing van onderzoekers afhankelijk van de specifieke behoeften van snelgroeiende ondernemingen.

Ten slotte zal de Commissie een **Europees mobiliteitsprogramma voor kwantumtalent** instellen om de internationale mobiliteit van personeel en de ontwikkeling van vaardigheden tussen EU-lidstaten en partnerlanden te bevorderen, met inbegrip van promovendi uit niet-Europese landen en vakmensen aan het begin van hun loopbaan in de kwantumsector, terwijl bestaand personeel wordt behouden en ondersteund om een braindrain te voorkomen. Om excellente internationale kwantumonderzoekers aan te trekken, te ontwikkelen en te behouden, zal de Commissie tevens de Marie Skłodowska-Curie-actie “**MSCA Choose Europe**” aansturen, die onder meer betrekking heeft op kwantumonderzoekers.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• De Europese academie voor kwantumvaardigheden oprichten [2026]• Europese wedstrijden voor geavanceerde digitale vaardigheden in kwantumtechnologie in gang zetten [vanaf 2026]• Een proefprogramma voor plaatsing van onderzoekers in startende ondernemingen op het gebied van kwantumtechnologie in gang zetten [2025]• Het Europees mobiliteitsprogramma voor kwantumtalent instellen [vanaf 2026] |
|--|

3 Strategisch uitvoeringskader voor kwantum-Europa

3.1 De belangrijkste uitvoeringscomponenten van de Europese kwantumstrategie

⁸⁰ Er is sprake van aanzienlijke genderongelijkheid in het hoger onderwijs en loopbanen op het gebied van STEM. Zie het rapport [She figures 2024](#).

⁸¹ <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/opportunities/funding/digital-2025-skills-08-quantum-academy-step-sectoral-digital-skills-academies>.

De Europese kwantumsector heeft unieke kenmerken: kwantumtechnologieën zijn voornamelijk nog in opkomst en veel van de belangrijkste componenten, zowel hardware als software, bevinden zich nog in een vroege maturiteitsfase. Een traditioneel, lineair ontwikkelingstraject van fundamentele wetenschap tot toepassing op de markt zou 10 tot 15 jaar duren. Om dit proces te versnellen, wordt de volgende **uitvoeringslogica op maat voor de levenscyclus van technologie** ingevoerd, waarbij onderzoek, innovatie, infrastructuur en het vroegtijdig scheppen van een markt in een gesloten lus zijn geïntegreerd.

Een benadering die gericht is op de levenscyclus is in het bijzonder van belang voor het Europese ecosysteem, omdat er in alle kwantumsectoren nog grote wetenschappelijke en technische belemmeringen⁸² moeten worden aangepakt en in concrete technologieën moeten worden omgezet. Europa moet deze problemen niet alleen oplossen, maar de resulterende oplossingen ook snel in marktklare toepassingen omzetten voordat mondiale concurrenten strategische dominantie bereiken.

Om de wetenschappelijke en technische belemmeringen aan te pakken, ondersteunt het onderzoeks- en innovatie-initiatief voor kwantum-Europa (zie punt 2.1) het volgende:

- **gerichte inspanningen op het gebied van wetenschap en technologie** waarbij de focus ligt op het oplossen van de belangrijkste problemen die de vooruitgang belemmeren op alle kwantumgebieden. Dit zal voornamelijk gebeuren door middel van top-downoproepen, ter aanvulling van de gebruikelijke bottom-upoproepen;
- **marktontregelende onderzoeks- en innovatieactiviteiten en gerichte acties om specifieke kwantum- en faciliterende technologieën tot wasdom te brengen.** Het doel is om de risico's van kwantuminnovatie te beperken en de overdracht van belangrijke onderzoeksresultaten te versnellen met het oog op industriële toepassing.

Daarnaast, en om het bovenstaande te versterken, wordt de volgende aanpak gehanteerd:

Een mechanisme voor grote uitdagingen

De grote uitdagingen op kwantumgebied zullen fungeren als strategische instrumenten om vastomlijnde kwantumtechnologische problemen met grote impact aan te pakken. Deze grote uitdagingen zijn bedoeld om wetenschappers, industriële gebruikers, fabrikanten, integratoren en actoren uit zowel kwantum- als faciliterende technologieën gecoördineerd samen te brengen op een manier die qua ambitie en structuur vergelijkbaar is met eerdere missiegerichte initiatieven.

Deze initiatieven zijn gericht op afzonderlijke startende/doorgroeïende ondernemingen om ze door middel van een op concurrentie en samenwerking gericht ontwikkelingsproces te ondersteunen bij de uitvoering van het stappenplan voor hun baanbrekende technologie. Naar aanleiding van een grote uitdaging komen ze samen met toonaangevende industriële gebruikers en onderzoekers om gezamenlijk kritieke, schaalbare kwantumoplossingen te ontwikkelen. De deelname van toonaangevende industriële gebruikers is voor startende ondernemingen essentieel om tegemoet te komen aan industriële vereisten en hun technologieën te toetsen in industriële omgevingen. In voorkomend geval kunnen defensieactoren, zoals ministeries van Defensie en defensiebedrijven, als eindgebruikers aan specifieke grote uitdagingen deelnemen.

De startende/doorgroeïende ondernemingen die voor de grote uitdaging zijn geselecteerd, kunnen van een reeks instrumenten gebruikmaken (subsidies, investeringen in eigen vermogen,

⁸² Deze belemmeringen hebben onder meer betrekking op, wat kwantumcomputing betreft: schaalbare kwantumfoutcorrectieschema's, kwantumverbindingen voor modulaire structuren en cryogene besturingselektronica; wat kwantumcommunicatie betreft: kwantumrepeaters voor de lange afstand, apparaatagnostische verstrengelingsdistributie en beveiligde, "trusted-node-free"-netwerken; en wat kwantumdetectie betreft: geminiaturiseerde, inzetbare zwaartekrachtmeters, Q-MRI-systemen met hoge resolutie en traagheidssensoren voor GNSS-onafhankelijke navigatie.

leningen of andere gemengde financieringsinstrumenten). Van meet af aan zullen hierbij zowel publieke als private financiële actoren betrokken zijn om de afstemming op strategische investeringsdoelen te waarborgen en de impact te maximaliseren.

Tussen 2025 en 2027 zal de Commissie, samen met de Europese Investeringsbank en de lidstaten, ten minste twee van deze grote uitdagingen aansturen. De eerste is gericht op fouttolerante kwantumcomputingsystemen die in staat zijn om complexe industriële problemen op te lossen; de tweede mikt op kwantumgebaseerde systemen voor plaatsbepaling, navigatie en tijdsbepaling (PNT) voor omgevingen waarin de wereldwijde satellietnavigatiesystemen niet werken. Afhankelijk van de beschikbare financiering kunnen extra grote uitdagingen volgen, bijvoorbeeld voor met kwantumtechnologie versterkte medische beeldvorming (Q-MRI), om ziekten in een vroeg stadium te kunnen diagnosticeren en gepersonaliseerde geneeskunde mogelijk te maken.

Een levenscyclusbenadering van technologie

Aan alle bovenstaande inspanningen ligt een **levenscyclusbenadering van technologie** ten grondslag, **waarin de vijf strategische gebieden van de strategie voor kwantum-Europa geïntegreerd zijn** in een gecoördineerd en iteratief proces dat een constante herhaling van ontdekking, ontwikkeling, testen en inzet mogelijk maakt.

De in punt 2.2 aangegeven publieke infrastructuren en proeflijnen zijn voor dit model van cruciaal belang. Deze voorzieningen fungeren als brug tussen onderzoek en industrialisatie. Met het opbouwen, onderhouden en op schaal brengen van deze voorzieningen wordt de benodigde fysieke en organisatorische basis gelegd om het hele kwantumecosysteem verder te versterken en te bevorderen. Ze kunnen helpen om onderzoek te vertalen naar praktische toepassingen doordat ze voorzien in de proefopstellingen, faciliteiten en netwerken die nodig zijn om doorbraken in onderzoek te testen, valideren en op te schalen. Het zijn tevens uitstekende proeftuinen voor het aantrekken van talent en het ontwikkelen van praktische toepassingen en gebruikgevallen. Ten slotte helpen ze startende ondernemingen en kleine en middelgrote ondernemingen op het gebied van kwantumtechnologie bij het verkrijgen van toegang tot de meest recente technologieplatformen en laboratoriumfaciliteiten, waar ze hun prototypen verder kunnen ontwikkelen en voorbereiden voor industriële toepassing. Verder zal het gefedereerde netwerk van kwantumcompetentieclusters fungeren als katalysator voor deze effectieve levenscyclusbenadering en onderzoeksorganisaties, startende ondernemingen, doorgroeiende ondernemingen, de grootindustrie en aanbieders van infrastructuur met elkaar in verbinding brengen om bruggen te slaan tussen wetenschappelijke en industriële actoren.

Om ervoor te zorgen dat de levenscyclus zowel robuust als doelmatig is, zal gebruikgemaakt worden van kernprestatie-indicatoren (KPI's), mijlpalen en benchmarking ten opzichte van bestaande technologieën.

Tot slot worden de strategieën van de EU en de lidstaten in dit model op elkaar afgestemd doordat het zwaartepunt bij investeringen ligt op gemeenschappelijke doelen en doordat er een gecoördineerd terugkoppelingsmechanisme ontstaat. Het voorkomt dubbel werk, bouwt kritieke massa op en vergroot de wereldwijde invloed van Europa als vormgever van de ontwikkeling en inzet van kwantumtechnologieën.

4 Internationale samenwerking

In een context van groeiende politieke onzekerheid en de directe gevolgen daarvan op de wereldwijde investeringen en handel, moet Europa zijn belangen beschermen en tevens zijn openheid bewaren en proactief de samenwerking met betrouwbare partners aangaan. Dit idee komt terug in een aantal recente beleidslijnen van de EU, waaronder de internationale digitale strategie en de strategie voor economische veiligheid.

Partners van eerste keus zijn onder meer gelijkgezinde landen, in het bijzonder die waarmee de EU al kwesties op het gebied van technologie en handelsbeleid coördineert in het kader van, bijvoorbeeld, vrijhandelsakkoorden, handels- en technologieraden⁸³ of digitale partnerschappen⁸⁴. De Commissie is voornemens deze samenwerking uit te breiden met initiatieven die zich uitstrekken tot gezamenlijke onderzoeksprogramma's, gecoördineerde oproepen, uitwisseling van deskundigheid, wederzijdse toegang tot infrastructuren, op elkaar afgestemde IE-kaders en voorbereiding op wereldwijde kwantumnormen. Tevens zal de Commissie de krachten bundelen met betrekking tot concrete kwantumtoepassingen in sectoraal beleid, bijvoorbeeld om nieuwe materialen te ontwikkelen. In dit verband is de EU al begonnen met de uitvoering van gezamenlijke onderzoeks- en innovatieprojecten op het gebied van kwantumtechnologie met Japan, de Republiek Korea en Canada.

De EU zal ook aanhaken bij de snel groeiende, opkomende kwantumecosystemen, die bedrijven in de EU economische kansen bieden, de kwantumsector van de EU op mondiaal niveau concurrerender maken en Europese kwantumbedrijven de mogelijkheid bieden om partnerschappen te diversifiëren en afhankelijkheden te verminderen. Deze aanpak bevordert bilaterale en multilaterale partnerschappen op basis van gemeenschappelijke waarden, wederzijds vertrouwen en de complementariteit van capaciteiten en markten en biedt tevens voldoende bescherming voor de belangen van de EU op strategische gebieden.

Daarnaast zal de EU nadrukkelijker aanwezig zijn in internationale normalisatiefora, handelsdialogen en multilaterale kwantumallianties⁸⁵.

In al het bovenstaande zal de Commissie nauw met de lidstaten samenwerken om een coherent internationaal samenwerkingskader voor Europese kwantumtechnologie vast te stellen, waarin prioritaire landen en gebieden voor gestructureerde samenwerking zijn aangewezen. Daarnaast zal de Commissie gezamenlijke diplomatieke initiatieven en de ontwikkeling van gemeenschappelijke Europese standpunten met betrekking tot kwantumtechnologie ondersteunen, zodat het Europese geluid luider te horen is bij het vormgeven van mondiaal bestuur en ethiek op het gebied van kwantuminnovatie.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Bestaande bilaterale en multilaterale samenwerking met gelijkgezinde landen uitbreiden en nieuwe initiatieven daartoe ontplooiën [vanaf 2025]• Samen met de lidstaten werken aan een internationaal samenwerkingskader voor Europese kwantumtechnologie [vanaf 2025] |
|---|

5 Governance

Sterke en inclusieve governance op EU-niveau is cruciaal om de uitvoering van de strategie voor kwantum-Europa te sturen, te coördineren en te volgen, waarbij de deelname van de hele Unie wordt bevorderd, zowel om alle lidstaten en vertegenwoordigers van alle typen belanghebbenden uit de kwantumsector erbij te betrekken als om genderevenwicht te waarborgen.

Ten eerste zal een **adviesraad op hoog niveau**, samengesteld uit vooraanstaande Europese kwantumwetenschappers en technologiedeskundigen, onafhankelijke strategisch advies geven bij de uitvoering van de strategie voor kwantum-Europa.

⁸³ Met de Verenigde Staten en India.

⁸⁴ Met Canada, Japan, Singapore en Zuid-Korea.

⁸⁵ Op de G7-top van juni 2025 hebben de leiders het transformatiepotentieel van kwantumtechnologie onderkend en beloofd de investeringen op te voeren, de samenwerking met betrouwbare mondiale partners te bevorderen en de banden tussen nationale meetinstituten te versterken door middel van een gezamenlijke G7-werkgroep. Zie: "[Kananaskis Common Vision for the Future of Quantum Technologies](#)".

Ten tweede zal een **gestructureerd kader voor samenwerking met de lidstaten** bijdragen tot een coherente uitvoering van nationale en EU-programma's, de voortgang met betrekking tot de levenscyclus in vijf strategische gebieden coördineren en de ontwikkeling van de beveiliging en veerkracht van kwantumtoevoerketens en de kritieke onderdelen ervan monitoren. Een **specifieke deskundigengroep** met vertegenwoordigers uit alle lidstaten⁸⁶ is al actief en zal nauw betrokken worden bij het werk van de raad van bestuur van de Gemeenschappelijke Onderneming EuroHPC zodra de verordening betreffende de gemeenschappelijke onderneming is gewijzigd.

Ten slotte zal de Commissie haar nauwe interacties voortzetten met de hele Europese kwantumgemeenschap, met inbegrip van de academische gemeenschap, startende ondernemingen, industriële actoren en belanghebbenden bij innovatie en hun vertegenwoordigers.

6 Conclusies

Kwantumtechnologieën staan op een keerpunt. De EU heeft de positie van wereldleider op het gebied van kwantumonderzoek verworven en de basis gelegd voor een concurrerende industriële omgeving. Niettemin krijgt de wereldwijde wedloop om bruikbare kwantumtechnologieën steeds meer vaart. Leidende naties voeren de overheidsinvesteringen op, coördineren nationale strategieën en consolideren aanvoerkanalen van onderzoek naar industrie om technologische soevereiniteit en economisch voordeel te bereiken. Het potentieel voor tweërlei gebruik van kwantumtechnologieën kan ook de mogelijkheden ervan op het gebied van beveiliging en defensie versterken. Tegelijkertijd bepaalt private investering steeds meer het verschil tussen succes en mislukking. Als Europa concurrerend wil blijven, de onderliggende waarden van kwantuminnovatie wil vormgeven en ten volle wil profiteren van de economische, veiligheids- en andere voordelen van zijn eigen intellectuele leiderschap, moet het handelen gekenmerkt worden door urgentie, duidelijkheid en eenheid.

Dit is voor Europa het moment om de leiding te nemen. Deze strategie is niet het eindpunt, maar een raamwerk in ontwikkeling, een blauwdruk in beweging, voor de kwantumtoekomst van Europa. Dit vergt de gezamenlijke inzet van de EU, de lidstaten, de industrie, de academische wereld en het maatschappelijk middenveld in ruime zin. Indien succesvol, zullen kwantumtechnologieën de drijvende kracht zijn achter de volgende technologische revolutie en het concurrentievermogen van de EU schragen, waarbij Europa het voortouw neemt en die toekomst op zijn eigen voorwaarden vormgeeft.

⁸⁶ [European Quantum Technology Coordination Group of Member States Representatives](#).

AANHANGSEL

Samenvatting van de acties in het kader van de strategie voor kwantum-Europa

Gebied 1: initiatief voor kwantumonderzoek en -innovatie
• De verordening inzake GO EuroHPC wijzigen om de reikwijdte ervan uit te breiden tot alle kwantumtechnologieën en, als eerste stap, de huidige onderzoeks- en innovatieactiviteiten op kwantumgebied van Horizon Europa overbrengen naar de gemeenschappelijke onderneming [derde kwartaal 2025]. • Het voorstel voor een kwantumverordening indienen [2026] • Twee grote uitdagingen op kwantumgebied aansturen (fouttolerante kwantumcomputing en kwantumsystemen voor PNT) [2025-2027]
Gebied 2: infrastructuur van kwantum-Europa
• EU-routekaart voor kwantumcomputing en -simulatie publiceren [2026] • Het aantal en de capaciteit van kwantumcomputingsystemen op basis van EuroHPC uitbreiden [vanaf 2026] • Een monitoringkader voor kwantumcomputing opzetten [2026] • Het eerste experimentele, beveiligde, terrestrische en ruimtecommunicatienetwerk aanleggen waarin de EU-lidstaten onderling verbonden zijn [tegen 2030] • Een routekaart voor kwantumcommunicatie publiceren [2026] • Een proeffaciliteit voor het Europese kwantuminternet lanceren [2026] • Een gespreid systeem van zwaartekrachtmeters in heel Europa aanleggen [vanaf 2026] • Een routekaart voor kwantumdetectie publiceren [2026] • Een Europese proefinfrastructuur voor Q-MRI aanleggen en uitbreiden over heel Europa [vanaf 2025]
Gebied 3: het ecosysteem van kwantum-Europa
• Zes nieuwe proefproductielijnen voor de kwantumsector oprichten onder auspiciën van de Gemeenschappelijke Onderneming “Chips” [2025] • Een kwantumontwerpfaciliteit in gang zetten [2026] • Een routekaart voor de industrialisatie van kwantumchips uitbrengen [2026] • Een Europese routekaart voor kwantumnormen publiceren [2026] • Het netwerk van kwantumcompetentieclusters uitbreiden [2026] • Voor de hele EU beoordelingen van de kwetsbaarheden van toeleveringsketens uitvoeren en afronden [2025-2026]
Gebied 4: kwantumtechnologieën voor de ruimtevaart en met potentieel voor tweërlei gebruik (veiligheid en defensie)
• Een samenwerkingsovereenkomst met ESA aangaan voor de ontwikkeling van een stappenplan voor kwantumtechnologie in de ruimte [tweede kwartaal van 2025] • Een technologisch stappenplan voor kwantumdetectie in de ruimtevaart- en defensiesector ontwikkelen [2026] • Bijdragen aan het technologisch stappenplan voor de bewapening van Europa [vierde kwartaal van 2025] • Initiatieven ontplooiën om civieltechnische ondernemingen en de academische wereld te betrekken bij de ontwikkeling van defensietoepassingen [vanaf 2026]
Gebied 5: kwantumvaardigheden
• De Europese academie voor kwantumvaardigheden oprichten [2026] • Europese wedstrijden voor geavanceerde digitale vaardigheden in kwantumtechnologie in gang zetten [vanaf 2026] • Een proefprogramma voor plaatsing van onderzoekers in startende ondernemingen op het gebied van kwantumtechnologie in gang zetten [2025] • Het Europees mobiliteitsprogramma voor kwantumtalent instellen [vanaf 2026]

Internationale samenwerking
• Initiatieven voor bilaterale en multilaterale samenwerking ontplooiën [vanaf 2025] • Samen met de lidstaten werken aan het vaststellen van een internationaal samenwerkingskader voor Europese kwantumtechnologie [vanaf 2025]