

# Kwantum

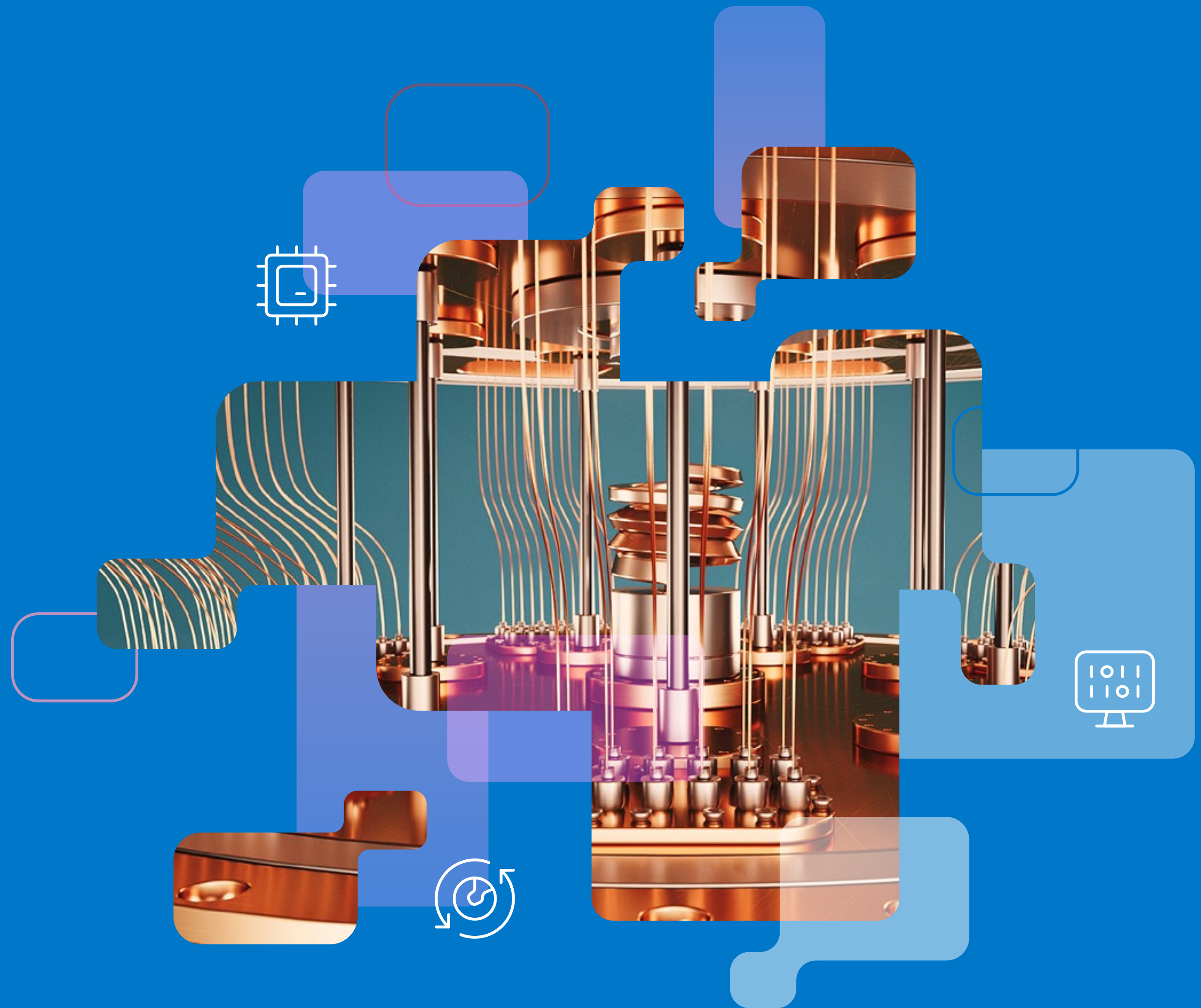
→ Kwantumsleuteldistributie (QKD) wint aan momentum

→ Kwantumcomputing in de cloud

→ Hybride kwantum/klassieke computing

→ Foutcorrectietechnieken

→ Kwantum-nieuwsgierigheid



# Quantum Information Science and Technology (QIST)

Er bevinden zich drie belangrijke onderverdelingen onder de paraplu van Quantum Information Science and Technology (QIST): kwantumcomputing en -simulatie, kwantumdetectie en -metrologie en kwantumcommunicatie. In Nederland worden deze onderverdelingen weerspiegeld in de Quantum Delta NL-katalysatorprogramma's. In dit deel gaan we dieper in op deze gebieden.

## Kwantumcomputing

Kwantumcomputers zijn apparaten die informatie verwerken door gebruik te maken van de kwantummechanische eigenschappen (superpositie, verstrengeling en interferentie) van hun bouwstenen, de qubits. Deze qubits werken op een krachtige en efficiënte manier en voeren bepaalde handelingen met exponentiële snelheid uit.

Momenteel beschikbare kwantumcomputers worden ook wel 'noisy intermediate scale quantum' (NISQ)-apparaten genoemd. Ze bevatten kleine hoeveelheden qubits en hebben te lijden van decoherentie, wat betek-

ent dat de informatie wordt gewijzigd door de interactie van het systeem met zijn omgeving. NISQ-apparaten kunnen worden gebruikt om kwantumalgoritmen uit te voeren die geen diepe en volledig coherente kwantumcircuits vereisen. Over het algemeen worden deze algoritmen op een hybride manier uitgevoerd: klassieke en kwantumapparaten worden gecombineerd om gebruik te maken van hun aanvullende sterktes en functies. Dit resulteert in een meer robuuste en flexibele aanpak dan het gebruik van alleen NISQ-apparaten (hybride kwantum/klassieke computing).

Kwantumcomputing verandert de manier waarop we problemen op fundamenteel niveau oplossen op drastische wijze. Om gebruik te kunnen maken van kwantumcomputing, is het niet voldoende om de hardware verder te ontwikkelen, maar moeten we ook de manier waarop we normaal gesproken problemen aanpakken opnieuw overwegen. We moeten algoritmen van het begin af aan creëren en opnieuw ontwerpen en identificeren welke toepassingen baat kunnen hebben bij kwantumcomputing.



### Kwantumdetectie

Kwantumsensors kunnen met uiterste precisie verschillende fysieke eigenschappen meten. Deze eigenschappen bestaan onder meer uit temperatuur, druk, rotatie en elektrische en magnetische velden. De precisie ervan is afkomstig uit de gevoeligheid in de kwantumstaat voor kleine veranderingen in de omgeving. Bepaalde kwantumsensors kunnen veel kleinere hoeveelheden meten dan de huidige sensors, terwijl andere een betere resolutie bieden bij het vastleggen van afbeeldingen. Vanwege hun hoge gevoeligheid worden op het gebied van bijvoorbeeld hernieuwbare energie, kernenergie en geothermische energie kwantumsensors toegepast. In de toekomst kunnen kwantumsensors in een

kwantumnetwerk met kwantumprocessors worden geplaatst, waardoor sensordata op het kwantum-informatievlak met elkaar in verband kunnen worden gebracht.

### Kwantumcommunicatie

Kwantumcommunicatiediensten, zoals de levering van verstrengelde qubit-paren, stellen kwantumprocessors, sensors en computers in staat om kwantum-informatie uit te wisselen met behulp van kwantum-protocollen. Verstrengelde qubit-paren hebben de kwantummechanische eigenschap dat een verandering in eigenschappen van één qubit resulteert in een directe verandering in eigenschappen van de andere qubit, ongeacht de afstand tussen de qubits. De overdracht van

kwantum-informatie en uiteindelijk de communicatie tussen kwantumcomputers vormt ook de grondslag voor een kwantuminternet (QI: Quantum Internet): een kwantumnetwerk met functies zoals het internet dat we momenteel gebruiken.

Een eerste kwantumcommunicatiedienst die op dit moment kan worden geïmplementeerd, biedt een alternatief voor conventionele versleuteling van gevoelige gegevens. Als gevoelige gegevens eenmaal zijn versleuteld, worden ze verzonden via glasvezelnetwerken en andere kanalen, samen met digitaal berekende half-willekeurige sleutels die nodig zijn om de informatie te decoderen. De gegevens en de sleutels worden verzonden als

klassieke bits – een stroom van elektrische of optische pulsen die enen en nullen vertegenwoordigen. Dat maakt ze kwetsbaar, want kwantumcomputers kunnen het algoritme dat wordt gebruikt om deze sleutels te berekenen, mogelijk omkeren. Met kwantumsleutel-distributie (QKD: Quantum Key Distribution, één aspect van kwantumcommunicatie) kan klassieke informatie worden versleuteld met behulp van echt willekeurig sleutel-materiaal dat niet kan worden gedecodeerd met behulp van klassieke of kwantumberekenings-technieken.

## TREND #1

# Kwantum- sleutel- distributie wint momentum

## Publieke waarden

 Autonomie Privacy

 Rechtvaardigheid Betrouwbaarheid van informatie

 Menselijkheid

## Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

## Drijfveren

#Cyberbeveiliging #Digitale economie #Privacy  
#Onderzoeksomgeving

**Q**KD is een veilige communicatiemethode waarmee twee partijen een gedeelde willekeurige geheime sleutel kunnen produceren die alleen bij hen bekend is en die vervolgens kan worden gebruikt om berichten te coderen en te decoderen. In tegenstelling tot klassieke sleutel-distributie stelt QKD gebruikers in staat om te weten wanneer een derde partij probeert kennis van hun sleutel te verwerven. QKD is niet nieuw, bepaalde bedrijven maken er al gebruik van. Maar het is pas sinds kort dat QKD-apparatuur commercieel beschikbaar wordt. Momenteel bieden zeven bedrijven wereldwijd commerciële QKD-systemen aan. Bovendien wordt de integratie steeds eenvoudiger: Europese en internationale organisaties voor standaarden (ETSI en ITU) beschikken over gestandaardiseerde interfaces die verbindingen tussen QKD-apparatuur en andere apparatuur en softwarepakketten mogelijk maken.



## Kwantumsleuteldistributie: De toekomst van beveiligde communicatie

De Europese Commissie heeft verschillende oproepen gedaan om een kwantumcommunicatie-infrastructuur met uitrusting in te voeren voor volledige financiering wanneer dit op nationaal niveau wordt medegefinancierd.

 open voorbeeld

## Kwantumcryptografiemarkt

Marktonderzoek toont aan dat de wereldwijde kwantumcryptografiemarkt met een fascinerende snelheid groeit. In 2031 zal de markt naar verwachting acht keer zo groot zijn als vandaag.



## Een markt van \$2 miljard tegen 2027

Volgens het rapport van Insight Partners met de titel 'Quantum Cryptography Market To 2027' zal de wereldwijde QKD-markt tegen 2027 naar verwachting groeien tot \$2 miljard met een samengesteld jaarlijks groeipercentage (CAGR) van 39,2%.



## IMPACT

QKD is nu nog te duur om in grootschalige onderwijsdiensten/-doelstellingen te implementeren. De eerste use cases zullen hoog-beveiligde scenario's zijn, zoals het transport van medische gegevens. De technologie zal waarschijnlijk niet in het onderwijs

worden gebruikt, maar zal aanstoot geven tot de noodzaak om, door middel van het opzetten van leerplannen, vaardigheden voor het exploiteren en bouwen van apparatuur te ontwikkelen. De technologie zal indirect invloed uitoefenen op onderzoek. Met QKD kunnen onderzoeksgegevens in verschillende lagen van het netwerk worden versleuteld. Daarnaast zal QKD actief aanzetten tot onderzoek naar het vinden en implementeren van robuustere protocollen en naar de technologie die nodig is om deze protocollen over steeds grotere afstanden te laten werken. Dit heeft gevolgen voor onderzoek naar de manier waarop kwantum- en klassieke IT met elkaar worden verbonden, evenals voor het met elkaar verbinden van toekomstige kwantumapparaten. Deze resultaten zijn cruciaal voor nieuwe gebruikstoepassingen met betrekking tot kwantumcommunicatie.

## ID Quantique: White paper over kwantumveilige beveiliging

QKD-netwerken worden binnenkort werkelijkheid. QKD zal daarom een integraal onderdeel worden van een wereldwijd beveiligingsraamwerk. Hierbij worden zowel rekenmethoden als fysieke middelen gebruikt om de databeveiliging te waarborgen. Er wordt met name een kwantumveilige beveiliging geboden tegen het gevaar van een kwantumcomputer.





## TREND #2

# Kwantum-computers in de cloud

## Publieke waarden

 Autonomie    Vrijheid van keuze

 Rechtvaardigheid    Toegankelijkheid | Integriteit

 Menselijkheid    Persoonlijke ontwikkeling

## Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

## Drijfveren

#Connectiviteit #Digitale geletterdheid en vaardigheden #Onderzoeksomgeving

**D**e afgelopen jaren zien we een opkomst in kwantumcomputers. Niet alleen de hardware ontwikkelt zich snel (we hebben nu computers met tot 433 qubits en vele verschillende technologieën), maar ook de volledige softwarestack en platforms die toegang tot kwantumcomputing geven, maken een snelle ontwikkeling door. Onderzoekers en studenten hebben nu toegang tot kwantumcomputers via het internet. Er kan rechtstreeks toegang worden verleend door de kwantumcomputingprovider, zoals het geval is bij IBM en Quantum Inspire, of via openbare cloudproviders, zoals AWS en Azure. Bovendien tonen aanbieders van kwantumcomputing steeds meer interesse om met eindgebruikers in gesprek te gaan om toepassingsgebieden te onderzoeken waarmee het voordeel van kwantum kan worden aangetoond. De aanbieders van

kwantumcomputing breiden hun portfolio voortdurend uit, zowel aan de back-endzijde (beschikbare kwantumcomputers) als aan de software-/platformzijde (modules, tutorials, tools voor analyse, abstractielagen, enz.) om de onboarding van gebruikers en de ontwikkeling van nieuwe toepassingen te ondersteunen.

## Cursus voor kwantumengineers in ontwikkeling

Alle vijf de kwantumknooppunten in Nederland zijn bezig met de ontwikkeling van universitaire programma's op het gebied van kwantuminformatiewetenschap en -technologie. Dit initiatief ligt bij de Universiteit van Delft, de Universiteit van Leiden, de Technische Universiteit Eindhoven, de Universiteit van Amsterdam en de TU Twente. Bovendien richten de vier hogescholen voor toegepaste natuurwetenschappen, Fontys, HvA, Saxion en HHS, gezamenlijk talent- en leercentra en hun eigen kwantumtechnologieprogramma op.

 open voorbeeld

### Quantum Delta NL-actielijn 3

De kwantumtechnologie bevindt zich nog in een vroege, pre-paradigmafase. In deze fase is het uiterst belangrijk om te focussen op talent. In deze actielijn zal Quantum Delta NL zich richten op het opleiden, trainen en aantrekken van toptalent ter versterking van de Nederlandse innovatiecapaciteit waarin alle aangesloten kwantumonderzoeksinstituten zijn opgenomen.



### Tools en tutorials voor kwantum-computing

Microsoft ontwikkelde een cursus voor docenten ter ondersteuning van de ontwikkeling van een beroepsbevolking die op kwantum is voorbereid. IBM Research ontwikkelde ook Qiskit, een open-sourcesoftwareontwikkelingspakket voor het werken met de meest gebruikte programmeertool in kwantumcomputing. Qiskit levert een zeer robuuste reeks aan tutorials, video's en voorbeelden die voor iedereen beschikbaar zijn.



### IMPACT

Nu er meer kwantumcomputers, informatie, tutorials, tools en abstractielagen beschikbaar zijn, zullen kwantumcomputers sneller in gebruik worden genomen. Naarmate de toepassing van kwantumcomputers toeneemt, neemt ook de noodzaak toe om expertise op

dit gebied te ontwikkelen, door middel van het opzetten van leerplannen. Eenvoudige toegang tot kwantumcomputers verbetert het algehele inzicht van studenten door de mogelijkheid te bieden om praktische experimenten uit te voeren. Bij onderzoek zal de toegang tot kwantumcomputers de ontwikkeling van toepassingen en use cases versnellen. Dankzij de toegang tot verschillende technologieën kunnen kwantumcomputers ook beter worden gekarakteriseerd, waardoor de kennis van kwantumcomputing zelf snel zal toenemen. Ook het vergelijken, toetsen en benchmarken van verschillende algoritmen en toepassingen zal toenemen.

### Workshops en trainingen van Quantum. Amsterdam

Om professionals op te leiden en voor te bereiden, organiseert Quantum Amsterdam workshops en masterclasses over kwantumcomputing. Deze workshops en masterclasses zijn gericht op directie, ondernemers en IT'ers. Voor een extra uitgebreide opleiding op doctorandus- en doctorandus (twee fase)-niveau zijn er universitaire opleidingen beschikbaar.



## TREND #3

# Hybride kwantum-/klassieke computing

## Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid Toegankelijkheid | Integriteit

 Menselijkheid

## Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

## Drijfveren

#Digitale geletterdheid en vaardigheden  
#Dataïsme #Connectiviteit #Digitale economie

**H**ybride algoritmen vormen momenteel de enige manier om NISQ-apparaten te exploiteren en worden voorgesteld voor de meeste toepassingen die men voor kwantumcomputers kan indenken. Een hybride aanpak is echter niet exclusief voor de uitvoering van hybride algoritmen. Elk kwantumalgoritme vereist de ondersteuning van klassieke resources. Bovendien worden kwantumalgoritmen in de meeste gevallen niet als geïsoleerde gevallen uitgevoerd, maar als onderdeel van grotere werkstromen die klassieke en kwantummiddelen met elkaar combineren. Voor complexe problemen worden klassieke resources hoogstwaarschijnlijk geleverd door High Performance Computing (HPC)-centra.

Om de ontwikkeling van kwantumtoepassingen mogelijk te maken, nemen

kwantumcomputingproviders, en in het bijzonder QaaS, nu ook klassieke resources in hun platform op om ervoor te zorgen dat gebruikers een breder scala aan experimenten kunnen uitvoeren. HPC-centra worden de vroegste gebruikers van kwantumcomputers en/of simulatoren en werken samen met kwantumproviders om kwantum- en klassieke resources te integreren.

## NVIDIA kondigt hybride kwantumklassiek computingplatform aan

De hybride kwantumklassieke capaciteiten bieden een efficiënte manier om kwantum- en klassieke hulpmiddelen in een geconsolideerde omgeving te programmeren. Hierdoor kunnen HPC-ontwikkelaars hun toepassingen in de scheikunde, de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen, de materiaalwetenschap en andere disciplines versnellen. De integratie met kwantumcomputing maakt nieuwe ontdekkingen mogelijk naarmate er kwantumvoordelen ontstaan.

 open voorbeeld



## Hosting van kwantumcomputers

De Gemeenschappelijke Onderneming Europese high-performance computing (EuroHPC JU) heeft zes locaties in de Europese Unie (EU) geselecteerd als gastland en ter exploitatie van de eerste EuroHPC-kwantumcomputers: Tsjechië, Duitsland, Spanje, Frankrijk, Italië en Polen.



## Forbes: De kwantumrevolutie is begonnen, zijn naam is hybride

Klassieke en kwantumcomputers zullen samenwerken om moeilijke problemen aan te pakken. Hybride computing geeft niet-kwantumgebruikers toegang tot kwantumvermogen, voornamelijk via de cloud. De klassieke computer zal nooit verdwijnen en zonder deze computers zullen kwantumcomputers ook nooit hun volledige potentieel realiseren.

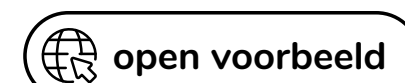


## IMPACT

Verscheidene onderzoeksgebieden (bijvoorbeeld scheikunde, machinelere, financiële modellering, logistieke optimalisering, klimaatmodellen, enz.) kunnen delen van hun huidige HPC-toepassingen overbrengen naar kwantumcomputers. Deze migratie zou de experimenten, en dus ook het onderzoek op deze gebieden, exponentieel kunnen versnellen.

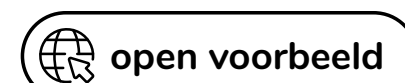
## Europese investering in <HPC | QS >-infrastructuur

<HPC | QS > wil twee kwantumsimulators, die elk meer dan 100 qubits kunnen aansturen, integreren met en koppelen aan twee bestaande Europese Tier-0 supercomputers, en wil een open Europese gefedereerde hybride HPC-QS-infrastructuur implementeren die niet-commerciële cloudtoegang biedt aan openbare en particuliere Europese gebruikers.



## Het versnellen van hybride kwantum-klassieke algoritmen op Amazon Braket

Onderzoek naar hybride kwantum-/klassieke algoritmen vormt een belangrijk paradigma in het NISQ-tijdperk van kwantumcomputing. De voor prestaties geoptimaliseerde, softwaregebaseerde simulators van PennyLane, aangestuurd door NVIDIA, stellen onderzoekers in staat om de grenzen van onderzoek naar hybride kwantum-/klassieke algoritmen te verleggen.



## Hoogpresterende computingcentra vroege toepassers van kwantumcomputing

Verschillende HPC-centra hebben al kwantumsimulators en kwantumcomputers in hun resources verworven en geïntegreerd.



## TREND #4

# Foutcorrectie-technieken

## Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid Integriteit

 Menselijkheid

## Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

## Drijfveren

#Connectiviteit #Datagovernance

**Q**ubits zijn delicaat, instabiel en gevoelig voor fouten die snel kunnen leiden tot foutieve berekeningen. Het decoderen van deze fouten op zelfs een ‘kleine’ quantumcomputer vereist realtime identificatie en correctie van miljarden fouten per microseconde. Om gebruik te kunnen maken van quantumcomputers, hebben we foutcorrecties nodig. Bij de quantumfoutcorrectie wordt kwantuminformatie over vele qubits verdeeld, zodat de dominante ruisprocessen de kwantuminformatie op omkeerbare wijze beïnvloeden. Dit betekent dat er een foutomkeringsprocedure wordt toegepast om de fouten op te sporen en te corrigeren. Er worden momenteel veel inspanningen gedaan om geavanceerde foutcorrectietechnieken te ontwikkelen. Quantumfoutcorrectie is een cruciale techniek voor de overgang vanaf luidruchtige quantumapparaten op tussen-

liggende schaal naar universele quantumcomputers. “De oppervlaktecode, die een hoog drempelfoutpercentage heeft, is de toonaangevende quantumfoutcorrectiecode voor tweedimensionale rasterarchitectuur.” [Youwei Zhao et al. Phys. Rev. Lett. 129, 030501 (2022)]

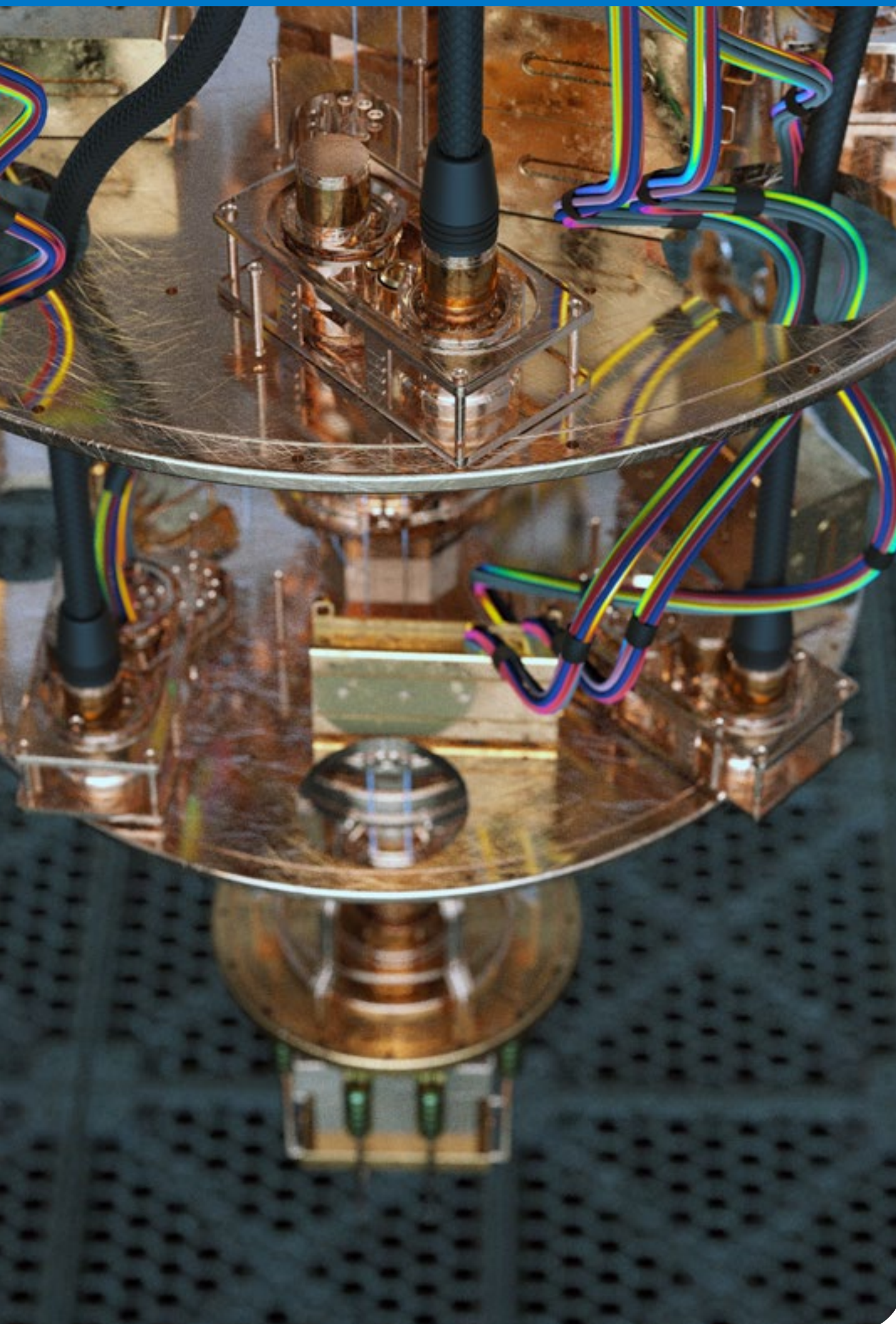
## De enorme gevolgen van quantumfoutcorrectie

Om complexe berekeningen uit te voeren, moeten we het aantal hoogwaardige qubits drastisch vergroten. Zonder foutcorrectie kunnen de antwoorden van een quantumcomputer onzinnig zijn. Om quantumcomputers nuttig te maken, moeten we de gevolgen van fouten in onze berekeningen verminderen. Er zijn verschillende manieren en niveaus voor de verwerking van fouten. IBM kijkt bijvoorbeeld op dit moment naar quantumfoutbeheer door de lens van drie methoden: foutonderdrukking, foutvermindering en foutcorrectie. Het uiteindelijke doel is echter: voor foutbestendige kwantumberekeningen is de ontwikkeling van quantumfoutcorrectietechnieken nodig.

 open voorbeeld

 open voorbeeld





## Wijze waarop IBM Quantum kwantumfoutcorrectie ontwikkelt met hardware-experimenten

Dit artikel toont aan hoe belangrijk het is om echte experimenten uit te voeren bij het implementeren van onze foutcorrectiecodes op kwantumhardware. Ze kunnen ons niet alleen helpen om de theorie vooruit te brengen, maar ze kunnen ons ook vertellen welke coderings- en decoderingsprogramma's het beste werken voor de hardware die we opbouwen en ons laten zien welke soorten fouten we in de echte wereld kunnen verwachten. Deze experimenten leveren zelfs nieuwe ideeën op die men in theorie waarschijnlijk niet had verwacht.

 [open voorbeeld](#)

## De route naar nuttige kwantumcomputers met foutcorrectie

Tijdens de IEEE-kwantumweek in september 2022 benadrukte een aantal verschillende workshops en keynotes de opkomende technische uitdagingen om kwantumcomputing op te schalen. We hebben ook meer geleerd over het ontluikende ecosysteem dat zich richt op gecorrigeerde machines.

 [open voorbeeld](#)

## IMPACT

De meeste kwantumalgoritmen vereisen miljarden gates en dus een uitgebreide foutcorrectie. Pas als er volgroeide foutbestendige computers bestaan, kunnen eindgebruikers ze ongeveer net zo bedienen als een conventionele computer, omdat ze de logische instructies gewoon uitvoeren, en men zich geen zorgen hoeft te maken over fouten.



## TREND #5

# Kwantum-nieuwsgierigheid

## Publieke waarden

 Autonomie

 Rechtvaardigheid     Gelijkheid

 Menselijkheid

## Gereedheid

VOLG

PLAN

DOE

## Drijfveren

#Dataïsme #Cyberbeveiliging  
#Onderzoeksomgeving

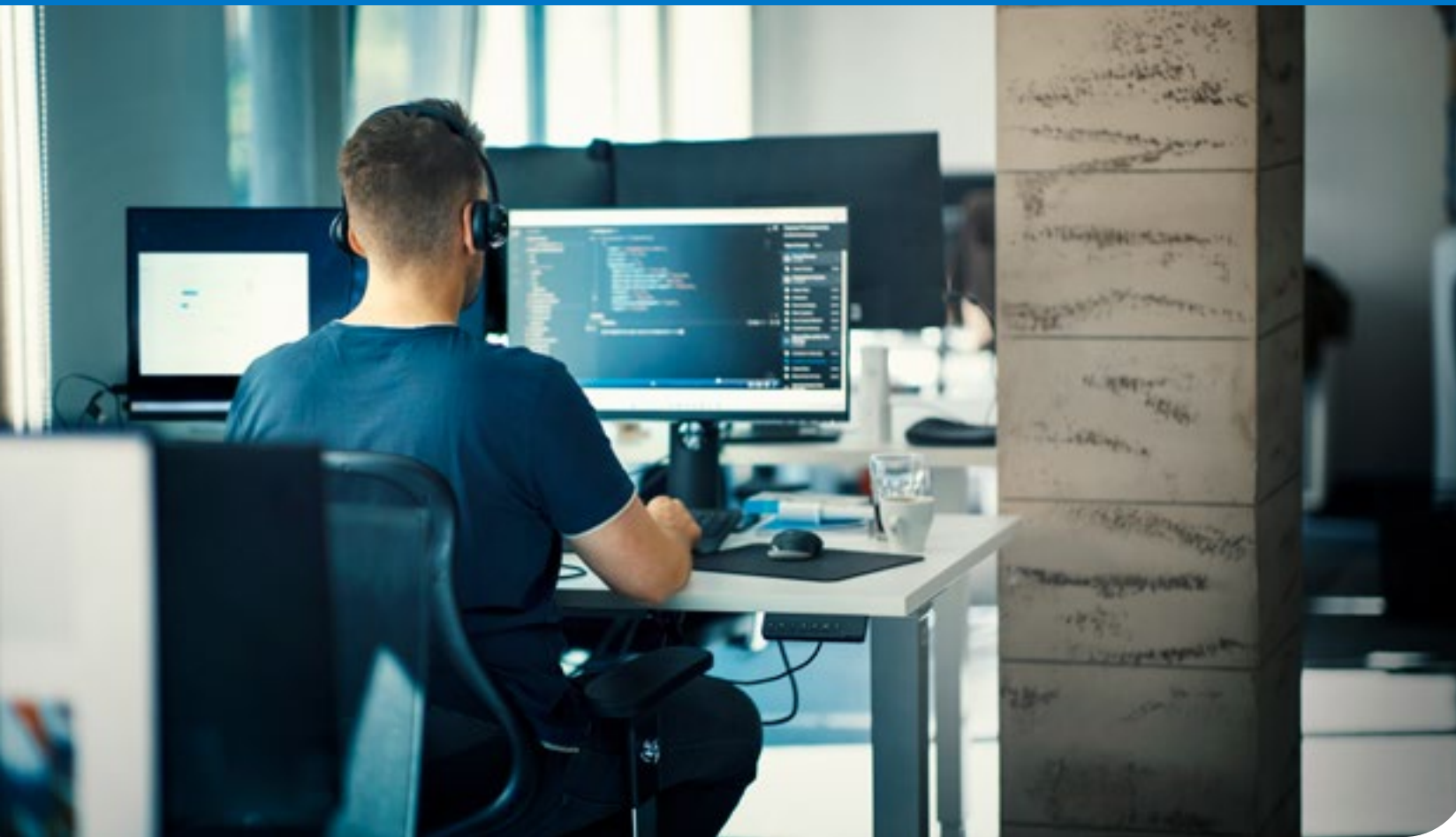
**K**wantumtechnologieën worden geleidelijk aan voldoende ver ontwikkeld om vercommercialiseerd te worden en een groeiend aantal mensen is nieuwsgierig naar de mogelijkheden en kansen. Onderzoeksinstituten en particuliere ondernemingen werken steeds vaker samen aan octrooi-ontwikkelingen. Durfkapitaal investeerders en overheden investeren grote bedragen. Grote bedrijven investeren ook in start-ups om hun bekwaamheid te vergroten. Bedrijven investeren en verkennen kwantum uit angst om de boot te missen.



## Quantum Delta NL introduceert een microfonds van twee miljoen euro voor kwantumstart-ups

Quantum Delta NL introduceerde een microfonds van 2 miljoen euro genaamd 'LightSpeed Fund 1'. Het fonds ondersteunt beginnende kwantumstart-ups. Als een start-up faalt, hoeft het bedrijf het startkapitaal van 50.000 euro niet terug te betalen.

 [open voorbeeld](#)



## Capgemini introduceert een speciaal kwantumlab

Capgemini heeft een overeenkomst met IBM gesloten om een IBM-kwantumknooppunt te worden. Dit knooppunt zal de klanten van Capgemini toegang geven tot de kwantumcomputing-systemen van IBM, waaronder IBM's onlangs aangekondigde 127 qubit-processor 'Eagle'. Het knooppunt biedt ook toegang tot de kwantumexpertise van IBM en tot Qiskit, het open-sourcepakket voor de ontwikkeling van kwantuminformatiesoftware van IBM. Door met IBM samen te werken, sluit Capgemini zich aan bij meer dan 170 leden van het IBM-kwantumnetwerk, die allemaal werken aan het bevorderen van kwantumcomputing en het verkennen van praktische toepassingen.



open voorbeeld

## Quantum Applications Lab

QAL vormt de broodnodige verbinding tussen wetenschappelijke ontwikkelingen van kwantumhardware en -software en vraaggestuurde oplossingen voor bijv. optimalisatie, simulatie en machinelere. QAL is geïntegreerd in het Quantum Delta NL (QDNL)-ecosysteem en versnelt de bouw van een sociale en economische innovatie-infrastructuur voor kwantumcomputing en de kennis, capaciteiten en competenties die hiervoor nodig zijn. QAL zal dit doen door het identificeren van veelbelovende domeinen voor kwantumcomputing-toepassingen en het uitvoeren van projecten samen met wetenschappelijke en industriële partners en/of partners uit de particuliere sector.



open voorbeeld

## QDNL roept MKB's op voor toepassingen

MKB's kunnen projecten indienen als individuele bedrijven of in een openbaar/particulier partnerschap van 500.000 EUR tot 2 miljoen EUR per project. Quantum SME streeft ernaar jaarlijks terugkerende oproepen van 5 miljoen EUR per jaar te financieren voor de verdere ontwikkeling van kwantumtechnologie.



open voorbeeld

## IMPACT

Meer banen en mogelijkheden voor studenten met kennis van kwantumtechnologie. Meer samenwerkingen met de particuliere sector en financieringsmogelijkheden.



# Meer over Kwantum

## Contact

### Ariana Torres Knoop

Adviseur en projectmanager van Quantum Computing

[ariana.torres@surf.nl](mailto:ariana.torres@surf.nl)

### Rob Smets

Architect Optical and Quantum network

[rob.smets@surf.nl](mailto:rob.smets@surf.nl)

### Peter Hinrich

Relatiemanager Onderzoek & Innovatie

[peter.hinrich@surf.nl](mailto:peter.hinrich@surf.nl)

## Met bijdragen van

Koen Groenland, *Universiteit van Amsterdam*

Servaas Kokkelmans, *TU Eindhoven*

Ingrid Romijn, *QDNL*

## Meer info



SURF website



SURF community's

