



Centraal Planbureau

# CPB-analyse voorstellen Nationaal Groeifonds

## Eerste beoordelingsronde 2021

Het CPB heeft veertien voorstellen geanalyseerd op de domeinen infrastructuur, innovatie en kennisontwikkeling. De CPB-analyses vormen input voor het advies van de adviescommissie.

Deze deelpublicatie geeft de analyse weer van het voorstel:

**Quantumdelta Nederland**

Domein: Innovatie

CPB Notitie

Maart 2021

# Bijlage J: Quantumdelta Nederland

## Samenvatting

**Het voorstel is gericht op de ontwikkeling en toepassing van quantumtechnologie in Nederland.** Het voorstel bestaat uit drie 'katalysator'-programma's (KAT) en vier actielijnen (AL). De KAT-programma's gaan over de ontwikkeling van quantumtechnologie binnen drie toepassingsgebieden: computing (KAT 1), netwerken (KAT 2) en sensoren (KAT 3). De actielijnen richten zich op het subsidiëren van onderzoek en innovatie (AL1), het uitbouwen van een ecosysteem en ondersteuning van het MKB (AL2), de ontwikkeling van talent (AL3) en een programma gericht op de maatschappelijke impact van quantumtechnologie (AL4). Daarnaast investeert QDNL in infrastructuur door vernieuwing van faciliteiten en apparatuur in de cleanrooms van NanolabNL en de ontwikkeling van campusfaciliteiten in Delft, Amsterdam en Eindhoven. De totale gevraagde investering vanuit het Nationaal Groeifonds voor de periode 2021-2027 bedraagt 615 mln euro op een totale begroting van 3,6 mld euro.

**De investeringen in de KAT-programma's en in infrastructuur zijn in principe legitiem, maar de private baten vormen een aandachtspunt.** De indieners verwachten dat de investering op termijn zichzelf kan bekostigen uit inkomsten van technologie, verhuur, spin-offs en intellectueel eigendom. Verder is het bij de ontwikkeling van campusfaciliteiten aannemelijk dat de exploitatie van het vastgoed gepaard gaat met private baten. Het lijkt verstandig om de hoogte van de subsidie in lijn te brengen met deze private baten.

**Bij AL 1 en AL 4 is overheidsingrijpen legitiem.** Deze actielijnen grijpen direct aan op het marktfalen van onderinvesteringen in onderzoek en ontwikkeling. De uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek zijn onzeker en niet direct toepasbaar, wat directe vermarkting moeilijk maakt. Kennis rondom de ethische, juridische en sociale aspecten, en de maatschappelijke impact van quantumtechnologie kan moeilijk te gelde worden gemaakt en is nuttig vanuit maatschappelijk oogpunt.

**Bij de meeste activiteiten van AL 2 lijkt een overheidssubsidie niet noodzakelijk.** De activiteiten van AL 2 bestaan deels uit informeren en deels uit (financieel) ondersteunen van bedrijven. Het is onduidelijk in hoeverre bedrijven te weinig kennis hebben over quantumtechnologie. Voor financiering en ondersteuning van startende bedrijven bestaan marktoplossingen of zijn er al generieke instrumenten. Er ontstaat een risico dat door publieke oplossingen voor kapitaalmarktimperfecties te veel niet-kansrijke bedrijven ondersteuning krijgen.

**Binnen AL 3 is niet duidelijk of subsidies voor een speciaal talentprogramma – gericht op het verbeteren van arbeidsvoorwaarden van onderzoekers - legitiem zijn.** De additionaliteit van het talentprogramma ten opzichte van bestaande instrumenten is onduidelijk. Verder is onzeker of het talentprogramma erin zal slagen om talent van hoge kwaliteit te binden en bestaat het risico dat het tot opwaartse druk op lonen leidt voor de mensen die toch in Nederland zouden blijven. De onderwijscomponent van AL 3 verhoogt de absorptiecapaciteit van kennis en draagt er daarom aan bij dat kennispillowers plaatsvinden. Het is onzeker in hoeverre extra onderwijs nodig is bovenop de vraag die het programma zelf creëert.

**Het QDNL-voorstel is over het algemeen gedegen opgezet.** De inbedding van het voorstel is goed en voor elk onderdeel is een gedetailleerde kostenonderbouwing beschikbaar. De kennis die QDNL kan opleveren, is voornamelijk niet elders beschikbaar. QDNL kan een impuls geven aan kennisontwikkeling en bedrijvigheid in Nederland en op termijn maatschappelijke uitdagingen helpen oplossen.

# 1 Beknopte beschrijving project

Het project 'Quantumdelta Nederland' (QDNL) is gericht op de ontwikkeling en toepassing van quantumtechnologie in Nederland. Het project bestaat uit drie 'katalysator'-programma's (KAT) en vier actielijnen (AL). Daarnaast investeert QDNL in de vernieuwing van faciliteiten en apparatuur in de cleanrooms van NanolabNL en de ontwikkeling van campusfaciliteiten voor quantumtechnologie in Delft, Amsterdam en Eindhoven. De KAT-programma's gaan over de verdere ontwikkeling van quantumtechnologie binnen drie toepassingsgebieden: computing (KAT 1), netwerken (KAT 2) en sensoren (KAT 3). De eerste actielijn, 'Onderzoek en innovatie', subsidieert fundamenteel onderzoek. De tweede actielijn, 'Ecosysteem en MKB', omvat onder andere het oprichten van organisaties die bedrijven voorlichten en ondersteunen rondom valorisatie, het subsidiëren van technologische ontwikkeling door start-ups en mkb's, en het opzetten van fieldlabs waar bedrijven toepassingen van quantumtechnologie kunnen verkennen en testen. De derde actielijn, 'Talentontwikkeling', omvat onder andere het ontwikkelen van curricula voor quantumonderwijs op universitair-, hbo- en mbo-niveau, en het tijdelijk subsidiëren van arbeidsvoorwaarden om toptalent uit het buitenland aan te trekken en te binden. De vierde actielijn, 'Maatschappelijke impact', omvat een startimpuls voor twee leerstoelen die onderzoek doen naar ethische, juridische en sociale aspecten van quantumtechnologie, het oprichten van het Nationaal Living Lab voor Quantumtechnologie en Maatschappij (NLL) dat een PPS-programma opstelt voor de ontwikkeling van maatschappelijke toepassingen, en het oprichten van loketten die bedrijven voorlichten en ondersteunen rondom maatschappelijk verantwoord ondernemen met quantumtechnologie.

Het project loopt van 2021 tot en met 2027 en is opgedeeld in twee fasen. Er is voorzien in een midterm review in 2024, waardoor het programma eventueel bijgesteld kan worden op basis van de behaalde resultaten.

Het voorstel is ingediend door de stichting Quantumdelta NL. De partners van de stichting zijn QuTech/TU Delft, QuSoft, QT/e, Universiteit Leiden, TNO, Techleap, NanonextNL, Braventure en NanolabNL. Vanuit de overheid zijn de ministeries van Economische Zaken en Klimaat (EZK), Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) en Defensie betrokken.

Tabel: Overzicht begroting en bijdrage Nationaal Groeifonds

	2021 - 2024			2025 - 2027		
	Totale kosten (mln euro)	Bijdrage Groeifonds (mln euro)	%	Totale kosten (mln euro)	Bijdrage Groeifonds (mln euro)	%
<b>KAT-programma's</b>						
KAT 1 Computing	184	53	29	327	37	11
KAT 2 Internet	118	34	29	207	28	14
KAT 3 Sensoren	114	20	18	220	8	4
<b>Actielijnen</b>						
AL 1 Onderzoek en innovatie	33	25	76	17	17	100
AL 2 Ecosysteem en MKB	95	55	58	141	28	20
AL 3 Talentontwikkeling	30	27	90	14	14	100
AL 4 Maatschappelijke impact	16	14	88	6	6	100
Nanolab cleanrooms	178	94	53	127	56	44
Campusfaciliteiten	412	99	24	-	-	-

De gevraagde investering vanuit het Nationaal Groeifonds bedraagt 615 mln euro op een totale begroting van 3,6 mld euro. De gevraagde investering uit het Groeifonds wordt aangevuld met 2,1 mld euro vanuit private partijen, 577 mln euro vanuit kennisinstellingen en 283 mln euro vanuit de overheid (PPS-toeslag en regionale, departementale en Europese middelen). Tabel 'Overzicht begroting en bijdrage Nationaal Groeifonds' geeft een overzicht van de begroting en gevraagde bijdrage vanuit het Nationaal Groeifonds per onderdeel.

## 2 Analyse van knelpunten en aanpak

### 2.1 Wat zijn de problemen?

**Vanwege kennisspillovers investeert de markt te weinig in onderzoek en ontwikkeling.** Het QDNL-voorstel kan deze onderinvesteringen tegengaan. Via de KAT-programma's wordt direct geïnvesteerd in de verdere ontwikkeling van drie toepassingsgebieden van quantumtechnologie. De technologie bevindt zich nog in een relatief vroeg stadium en is nog niet gereed voor toepassing op de markt. Nieuwe kennis over mogelijke toepassingen kan door andere onderzoekers of bedrijven verder ontwikkeld worden. De nieuwe kennis kan bijvoorbeeld nuttig zijn voor de sectoren nanotechnologie, fotonica of halfgeleiders. De baten van de kennisspillovers (positieve maatschappelijke effecten en/of hogere winsten) komen echter niet volledig terecht bij de initiële investeerders.

**Quantumtechnologie kan zowel positieve als negatieve externe effecten hebben.** Quantumcomputers, -netwerken, en -sensoren hebben meerdere mogelijke toepassingen met positieve externe effecten en kunnen maatschappelijke uitdagingen helpen oplossen. Zo kunnen onderzoekers met behulp van quantumcomputers die het gedrag van moleculen preciezer kunnen simuleren, nieuwe medicijnen, groenere kunstmest of gezondere voeding ontwikkelen. Tegelijkertijd kunnen sommige toepassingen van quantumtechnologie een bedreiging vormen, bijvoorbeeld op het gebied van veiligheid en privacy. Zo kan een quantumcomputer in de toekomst dataversleutelingen breken die nu nog veilig geacht worden en kunnen zeer nauwkeurige plaatsbepalingen worden gedaan met quantumnetwerken. Private partijen die nieuwe technologie ontwikkelen en toepassen, hebben geen prikkel om rekening te houden met externe effecten. Hierdoor investeert de markt mogelijk te weinig in (het verkennen van) toepassingen met veel maatschappelijke waarde en het tegengaan van negatieve externe effecten.

**Volgens de indieners kan er door een gebrek aan kennis of coördinatie onvoldoende interactie ontstaan tussen (kleine) bedrijven en kennisinstellingen.** Hierdoor zou minder geïnvesteerd worden in onderzoek en ontwikkeling dan maatschappelijk gewenst. Dat lijkt geen probleem te zijn voor grote partijen die elkaar weten te vinden en zelf quantumtechnologie ontwikkelen. Dit probleem kan wel (gaan) spelen bij kleinere bedrijven. In deze fase van de technologische ontwikkeling is brede toepassing van quantumtechnologie door andere bedrijven nog ver weg en lijkt het meer een potentieel probleem. Het gebrek aan kennis of coördinatie kan weliswaar een drempel vormen voor bedrijven, maar is geen klassiek marktfalen. Bedrijven die kansen zien, kunnen zelf investeren in het opbouwen van benodigde kennis, bijvoorbeeld door het aannemen van gekwalificeerd personeel.

**Het voorstel is indirect ook gericht op kapitaalmarktfalen.** Volgens de indieners kunnen bedrijven door informatieproblemen onvoldoende private financiering aantrekken. Financiers schatten de mogelijke baten van nieuwe toepassingen onvoldoende goed in, wat tot risicomijdend gedrag kan leiden. Hoewel dit een bekend probleem is bij het financieren van risicovolle onderzoek en ontwikkeling, constateren we dat er al generieke beleidsinstrumenten bestaan voor kapitaalmarktfalen. Volgens de indieners is er ook sprake van een

systematisch lagere risicobereidheid bij investeerders in Europa vergeleken met de VS en China. Vooral kleinere bedrijven zouden hier last van hebben. In hoeverre dit laatste probleem speelt, kan het CPB niet overzien.

## 2.2 Bijdrage voorstel aan oplossen problemen

We bespreken per voorstelonderdeel of en hoe dit onderdeel bijdraagt aan de bovenstaande knelpunten. De KAT-programma's en de investeringen in infrastructuur (Nanolab cleanrooms en campusfaciliteiten) worden vanwege de samenhang samen besproken.

### 2.2.1 KAT-programma's en infrastructuur

**Via ontwikkeling van drie toepassingsgebieden van quantumtechnologie kunnen de KAT-programma's onderinvesteringen in onderzoek en ontwikkeling tegengaan.** Concreet zijn dat investeringen in hardware- en softwarecomponenten voor een quantumcomputer en quantumnetwerk, en investeringen in faciliteiten en apparatuur van publiek-private testbeds waarbij nieuwe quantumsensoren worden ontwikkeld en getest. Om uitvoering van de KAT-programma's mogelijk te maken, investeert dit voorstel verder in het vernieuwen van faciliteiten en apparatuur van bestaande cleanrooms en het bouwen van drie nieuwe cleanrooms in Delft, Amsterdam en Eindhoven. Verder wordt er geïnvesteerd in de huisvesting van onderzoekers en bedrijven die de technologie ontwikkelen. Al deze investeringen kunnen direct of indirect leiden tot kennis die ook door andere onderzoekers en bedrijven kan worden toegepast.

**Wetenschappelijke kwaliteit is een voorwaarde om effectief nieuwe kennis te ontwikkelen en dus het marktfalen aan te pakken.** Alleen als de betrokken onderzoekers tot de top van hun vakgebied behoren, of daar binnen afzienbare tijd kunnen komen, kan nieuwe kennis ontwikkeld worden. NWO geeft aan dat Nederland een excellente wetenschappelijke positie heeft op het gebied van quantumtechnologie en dat de belangrijkste wetenschappelijke spelers in Nederland zijn vertegenwoordigd in het consortium dat dit voorstel heeft ingediend (NWO, 2021). NWO geeft daarnaast aan dat de Nederlandse positie op de onderzoekslijnen KAT 1 en KAT 2 zeer sterk is. Op KAT 3 is de Nederlandse positie op dit ogenblik minder sterk, maar deze onderzoekslijn biedt volgens NWO wel goede kansen om het mkb te betrekken en relatief snel tot toepassingen te komen.

**Het voorstel is ingediend door vier Nederlandse quantumclusters samen en is daardoor goed ingebed in de bestaande structuren.** Het voorstel is een uitwerking van de Nationale Agenda Quantumtechnologie die gezamenlijk is opgesteld door QuTech (Delft), QuSoft (Amsterdam), Universiteit Leiden, Universiteit Eindhoven, Techleap, AMSIX, Microsoft Nederland, TNO, NWO en het ministerie van EZK. Hierdoor verbindt dit voorstel de verschillende Nederlandse quantumclusters met een gezamenlijk onderzoeksprogramma. Binnen het consortium werken bedrijven en kennisinstellingen samen aan de verdere ontwikkeling van drie toepassingsgebieden van quantumtechnologie. Andere vakgebieden (zoals de fotonica, halfgeleiders en gezondheidswetenschappen) kunnen hiervan profiteren, direct door de vernieuwde onderzoeksinfrastructuur, en indirect door kennispillowers op het gebied van nanotechnologie. Breed gebruik van de cleanrooms wordt geborgd door deelname aan het Nanolabnetwerk, dat wordt gedeeld door de verschillende vakgebieden. Het Nederlandse consortium werkt ook actief samen met andere quantumclusters op Europees niveau. Zo leidt het consortium al verschillende projecten binnen het Europese Quantum Flagship programma.

**Een risico van het voorstel is dat kennis die in Nederland wordt ontwikkeld, elders te gelde wordt gemaakt.** Er is een sterke internationale concurrentie op het gebied van quantumonderzoek en er wordt wereldwijd volop geïnvesteerd in de ontwikkeling van quantumtechnologie. Dit gebeurt niet alleen door

universiteiten, maar ook door grote techbedrijven zoals Google en IBM. In Nederland heeft Microsoft bijvoorbeeld een langlopende samenwerking met QuTech. Het is daarom aannemelijk dat in Nederland ontwikkelde kennis deels zal weglekken naar het buitenland en dat intellectueel eigendom bij private partijen belandt. Dat kan gunstig zijn voor de (snellere) ontwikkeling en toepassing van de technologie maar ongunstig voor de bedrijvigheid en commercialisatie van de technologie in Nederland. Om dit risico te beperken, zijn goede afspraken vooraf noodzakelijk over het intellectuele eigendom dat voortvloeit uit de activiteiten die mede gefinancierd worden door het Groeifonds.

**De continuïteit van de KAT-programma's na afloop van de startimpuls is mede afhankelijk van publieke financiering.** De verwachting is dat de programma's KAT 1 en KAT 2 volledig operationele uitkomsten opleveren na afloop van de startimpuls. Dat zijn voor het programma KAT 1 de quantumcomputer 'Quantum Inspire' en voor het programma KAT 2 het quantumnetwerk 'Q-Staging'. Het programma KAT 3 is naar verwachting na afloop van de startimpuls nog niet uitontwikkeld en zal worden voortgezet. Vanwege de betrokkenheid van een toenemend aantal bedrijven en de doelstelling om nieuwe technologische toepassingen te ontwikkelen is het mogelijk dat de ontwikkelde kennis financieel rendeert. In de tweede fase van het project (2025-2027) wordt de private bijdrage daadwerkelijk hoger, wat in principe gunstig is. De verwachting van de indieners is wel dat de KAT-programma's ook na afloop van de Groeifondsimpuls nog publieke financiering nodig zullen hebben (een bijdrage van 20% voor Quantum Inspire en 10% voor Q-Staging).

**De continuïteit van de cleanrooms en campusfaciliteiten na afloop van de startimpuls is aannemelijk.** De investering uit het Groeifonds voorziet alleen in de ontwikkeling en niet in de exploitatie van de cleanrooms en nieuwe campusfaciliteiten. De nieuwe cleanrooms komen in het reguliere beheer van de kennisinstellingen en NanolabNL nadat ze gebouwd zijn. Het is wel de vraag in hoeverre de faciliteiten en apparatuur in de cleanrooms na afloop van de startimpuls ingehaald zijn door technologische ontwikkeling. Hierdoor bestaat dus wel een risico op continuïteit, maar de waarschijnlijkheid ervan kan het CPB niet beoordelen. De nieuwe campusfaciliteiten worden overgedragen aan de kennisinstellingen, die samen met lokale overheden en private partijen de exploitatiekosten dekken na afloop van de startimpuls.

### 2.2.2 Actielijn 1 | Onderzoek en innovatie

**Deze actielijn grijpt direct aan op het marktfalen van onderinvesteringen in onderzoek en ontwikkeling.** De actielijn richt zich op het vergroten van fundamentele kennis en leidt daarmee naar verwachting tot brede kennispillowers. Nieuwe kennis over quantumtechnologie, zowel theoretische als meer toepasbare, kan voor andere partijen binnen en buiten het quantumecosysteem nuttig zijn.

**Door de vormgeving is het aannemelijk dat dit probleem gericht wordt verkleind.** Het budget wordt uitgezet via jaarlijkse open NWO-calls en gaat niet ten koste van andere uitgaven aan wetenschappelijk onderzoek. Het onderzoek richt zich over het algemeen op ontwikkeling van technologie die nog niet gereed is voor toepassing op de markt. Er wordt aandacht besteed aan het stimuleren van multidisciplinair onderzoek, wat ook kennispillowers kan bevorderen.

**De continuïteit na afloop van de startimpuls is aannemelijk.** Nieuw onderzoek kan na afloop van de Groeifondsimpuls gefinancierd worden door bestaande instrumenten. Voor funderend onderzoek zijn er subsidies beschikbaar vanuit NWO en de European Research Council (ERC) en voor toepassingsgericht onderzoek zijn er bijvoorbeeld de NWA-ORC en het Kennis- en innovatieconvenant (KIC).

### 2.2.3 Actielijn 2 | Ecosysteem en MKB

Deze actielijn bestaat uit vier onderdelen die allemaal gericht zijn op stimuleren van bedrijvigheid.<sup>137</sup> Op volgorde van omvang zijn dit:

1. **Mkb-programma** (investering van totaal 52 mln euro, bijdrage Groiefonds 67%): Dit programma omvat subsidies voor innovatieprojecten die worden gekoppeld aan de KAT-programma's. Mkb's kunnen individueel of in een consortium projecten indienen vanaf 500 dzd tot 2 mln euro per project.
2. **Ecosystemen** (investering van totaal 40,3 mln euro, bijdrage Groiefonds 46%): Dit onderdeel omvat het oprichten van organisaties die technologische kennis delen met bedrijven, voorlichting geven, bedrijven ondersteunen met valorisatie en commercialisatie, en die startende ondernemingen helpen in de beginfase. Het onderdeel omvat ook gerichte ondersteuning voor start-ups, onder andere door een 'kickstartprogramma' op te zetten om ideeën tot bedrijven te laten uitgroeien. Start-upondersteuning wordt opgezet en gedreven door incubators en brancheverenigingen zoals YES!Delft, ACE Venturelabs, NLdigital, FME en MinacNed.
3. **Fieldlabs** (investering van totaal 28 mln euro, bijdrage Groiefonds 50%): In een fieldlab wordt voorlichting gegeven aan bedrijven over quantumtechnologie en kunnen bedrijven applicaties verkennen en testen. Elk fieldlab specialiseert zich in een ander toepassingsgebied of sector.
4. **Preseed faciliteit** (investering van totaal 15 mln euro, bijdrage Groiefonds 100%): Dit onderdeel omvat een vroegefasefinanciering voor ongeveer vijftig nieuwe bedrijven.

Via het mkb-programma investeert deze actielijn in technologieontwikkeling en kan zo onderinvesteringen in onderzoek en ontwikkeling tegengaan. De inschatting van de doeltreffendheid van dit onderdeel hangt af van de positie van het mkb-programma in het gehele voorstel. Als de subsidies die onder dit programma vallen noodzakelijk zijn voor de KAT-programma's, dan dragen ze bij aan de vergroting van kennis, maar horen ze eigenlijk toegerekend te worden aan de kosten van de KAT-programma's en niet als onderdeel van een zelfstandige actielijn. Als de subsidies niet nodig zijn voor de uitvoering van de KAT-programma's dan is onduidelijk welk probleem het mkb-programma oplost. Desgevraagd (10-02-2021) geven de indieners aan dat de subsidies voedend zijn aan de KAT-programma's door mkb's voor te bereiden 'op een toeleverende rol in de waardeketen'.

De andere onderdelen van deze actielijn zijn niet primair gericht op onderzoek en ontwikkeling en dragen daarom niet bij aan het vergroten van kennispillowers. Deze onderdelen zijn gericht op het geven van informatie over quantumtechnologie of het ondersteunen van startende bedrijven. Deze activiteiten zijn niet gericht op een duidelijk marktfaalen. Voor informatieproblemen of voor financiering bestaan marktoplossingen, of zijn er al generieke instrumenten, zoals Invest-NL, het Innovatiekrediet of de Vroegefasefinanciering.

Het beeld omtrent de continuïteit van deze actielijn is gemengd. De preseed-faciliteit en het mkb-programma worden waarschijnlijk stopgezet na de startimpuls. Voor het mkb-programma ligt dat in de rede vanwege de koppeling met de KAT-programma's. Bij de andere onderdelen van deze actielijn is de toekomst ongewis. Die financiering kan na 2027 van (lokale) overheden, bedrijven of kennisinstellingen komen.

### 2.2.4 Actielijn 3 | Talentontwikkeling

Deze actielijn heeft als doel om specialistisch talent voor quantumtechnologie in Nederland op te leiden, aan te trekken en te behouden. Concreet omvat deze actielijn investeringen in het ontwikkelen van

---

<sup>137</sup> De actielijn omvat ook een vijfde onderdeel, seed capital, waarvoor 100 mln euro is ingeboekt. Voor dit onderdeel wordt geen Groiefondsbijsdrage gevraagd en daarom bespreken we dit niet. Het onderdeel is wel opgenomen in tabel 'Overzicht begroting en bijdrage Nationaal Groiefonds'.

quantumonderwijs en een programma voor het aantrekken van buitenlands (top)talent. De belangrijkste investeringen in het onderwijs zijn het ontwikkelen van studiemateriaal en curricula voor universiteiten, hbo's en mbo's, het financieren van stageplekken rondom de KAT-programma's, en het opzetten van kenniscentra op hbo- en mbo-niveau (ofwel 'Learning & Talent Centres') die lectoraten en practoraten aanstellen en opleidingen aanbieden.<sup>138</sup> Het talentprogramma maakt budget vrij voor het tijdelijk subsidiëren van aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden (hoger salaris en secundaire arbeidsvoorwaarden), en het instellen van een sabbaticalregeling. Dit programma is bedoeld voor het aantrekken van zowel onderzoekers als ondernemers uit het buitenland.

**Om innovatie te bevorderen is enkel en alleen het investeren in onderzoek en ontwikkeling soms onvoldoende.** Een risico van een eenmalige impuls in R&D is dat deze tot opwaartse druk op lonen voor een beperkte groep onderzoekers kan leiden, in plaats van tot een stimulans voor innovatie.<sup>139</sup> Dit risico speelt ook bij het QDNL-voorstel. Het is daarom belangrijk dat het aanbod van specialistische arbeid voldoende is om de eenmalige impuls te laten werken.<sup>140</sup> Door voldoende aanbod van geschoold personeel voor het Nederlandse quantumecosysteem te borgen, kan deze actielijn dit risico helpen bestrijden.

**Onderwijs verhoogt de absorptiecapaciteit van kennis en draagt er daarom aan bij dat kennisspillers ook daadwerkelijk plaatsvinden.** De opzet van de onderwijsvernieuwing is gedegen. De eenmalige impuls wordt breed ingezet op alle niveaus van tertiair onderwijs die aan elkaar en de KAT-programma's worden gekoppeld, en er wordt waar mogelijk voortgebouwd op bestaande onderwijsprogramma's. In de nieuwe curricula wordt aandacht besteed aan maatschappelijke impact door interdisciplinaire opleidingen te ontwikkelen die gericht zijn op toepassingen van quantumtechnologie. Kennisinstellingen werken samen om universitair-, hbo- en mbo-onderwijs te verbinden rondom de Learning & Talent Centres.

**Bij de onderwijsvernieuwing plaatsen we drie kanttekeningen.** Ten eerste is het onduidelijk waarom een stimulering van quantumonderwijs, en niet van andere (technische) gebieden, in de rede zou liggen. Hoewel de Groeifondsimpuls niet ten koste gaat van de bekostiging van andere opleidingen, kan de inzet op meer quantumonderwijs ertoe leiden dat talent wordt weggetrokken bij andere vakgebieden. Desgevraagd (10-02-2021) geven de indieners aan dat ze in plaats van verdringing van de andere vakgebieden juist meer verbinding zien tussen verschillende vakgebieden. Ten tweede lijken de doelstellingen van het voorstel met betrekking tot het aantal afgestudeerde quantumstudenten en PhD's vrij ambitieus. Het plan beoogt bijvoorbeeld het aantal quantumstudenten te vergroten van 500 in 2020 naar 5000 in 2035. Het is onzeker of de vraag naar quantumonderwijs en -onderzoek op korte termijn voldoende zal blijken om die doelstellingen te halen en onduidelijk wat de consequenties hiervan zouden zijn voor de technologische ontwikkeling in de KAT-programma's. Ten derde hebben (technische) onderwijsinstellingen zelf een prikkel om een aantrekkelijk en technologisch vooruitstrevend curriculum aan te bieden,

**Het aantrekken en binden van wetenschappelijk toptalent versterkt de kennisbasis in Nederland, die ook de basis vormt voor kennisspillers.** Het onderzoek aan universiteiten is veelal gericht op het vergroten van fundamentele kennis en is waarschijnlijk op meerdere gebieden toe te passen. Verder is wetenschappelijke kwaliteit een voorwaarde om effectief nieuwe kennis te kunnen ontwikkelen. Hier kan het aantrekken van toptalent uit het buitenland direct aan bijdragen.

---

<sup>138</sup> Als voorbeeld voor de opzet van de Learning & Talent Centres noemen de indieners het Centre of Expertise Water Technology (CEW) en het Centrum voor Innovatief Vakmanschap Water (CIV Water) in Leeuwarden, en de Chemelot Innovation and Learning Labs (CHILL) in Geleen.

<sup>139</sup> Zie Goolsbee (1998) en Freeman en Van Reenen (2009).

<sup>140</sup> Zie Romer (2000).



**Het is onzeker of het talentprogramma erin zal slagen om wetenschappelijk talent van hoge kwaliteit aan te trekken en te binden.** De sterke internationale positie van verschillende Nederlandse quantumclusters op wetenschappelijk gebied maakt het inhoudelijk aantrekkelijk om onderzoek te doen in Nederland. Het is daarom aannemelijk dat het programma erin zal slagen om wetenschappelijk talent aan te trekken. De aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden door de startimpuls dragen hier ook aan bij. Het is echter de vraag in hoeverre het programma erin zal slagen om toptalent in Nederland te houden. De voorgestelde constructie geïnspireerd door het Canadese Vector Instituut lijkt kansrijk, maar er is sterke internationale concurrentie op het gebied van quantumtechnologie, en andere landen en bedrijven investeren ook volop in vergelijkbare talentprogramma's.

**Bij het talentprogramma plaatsen we nog twee kanttekeningen.** Ten eerste is de additionaliteit van het programma onduidelijk ten opzichte van bestaande instrumenten zoals de WBSO en de 30%-regeling. Desgevraagd (10-02-2021) geven de indieners aan dat de bestaande instrumenten ontoereikend zijn om de concurrentie aan te gaan met andere landen, zoals de VS en Zwitserland. Ten tweede bestaat een risico op deadweight loss, omdat het programma tot opwaartse druk op lonen kan leiden voor de mensen die toch in Nederland zouden blijven.

**Het beeld omtrent de continuïteit van deze actielijn is gemengd.** De ontwikkeling van nieuwe curricula en nieuw studiemateriaal wordt afgerond binnen de looptijd van het voorstel, hier is alleen een eenmalige impuls voor nodig. De toekomst van de Learning & Talent Centers na 2027 is ongewis en nieuwe stimuleringsgelden zijn volgens het voorstel niet uit te sluiten. Bij de andere onderwijsonderdelen is de continuïteit aannemelijk. Die financiering loopt na 2027 via de reguliere bekostiging en de kennisinstellingen. De activiteiten die zich richten op het aantrekken en behouden van talent worden gefinancierd door de startimpuls alleen voor de looptijd van dit voorstel. Hierdoor is de continuïteit van het talentprogramma na 2027 onzeker. Het programma moet dan door private partijen worden gefinancierd via het nog op te richten Nederlandse equivalent van het Vector Instituut.

#### 2.2.5 Actielijn 4 | Maatschappelijke impact

**Deze actielijn grijpt aan op zowel onderinvesteringen in onderzoek en ontwikkeling als externe effecten op maatschappelijk gebied.** De ELSA-leerstoelen doen onderzoek naar de ethische, juridische en sociale aspecten van quantumtechnologie, en het NLL richt een publiek-privaat samenwerkingsprogramma op voor de ontwikkeling van maatschappelijke toepassingen met de nieuwe technologie.

**Door de vormgeving is het aannemelijk dat de marktfalen gericht worden verkleind.** De vele en verschillende type deelnemers in het consortium en nauwe samenwerking tussen de activiteiten van deze actielijn en de technologische ontwikkeling in de KAT-programma's zorgen voor een goede inbedding. Verder wordt in samenspraak met de politiek en het bedrijfsleven een nationaal covenant opgesteld voor maatschappelijk verantwoord toepassen van en ondernemen met quantumtechnologie. En er komen loketten die bedrijven voorlichten en ondersteunen rondom maatschappelijke kwesties. Hiermee kan deze actielijn bijdragen aan het verminderen van mogelijk negatieve neveneffecten omtrent de toepassing van quantumtechnologie. Het wordt dan ook gemakkelijker om elders ontwikkelde kennis in Nederland toe te passen.

**De continuïteit van deze actielijn na afloop van de startimpuls is onzeker.** De Groeifondsimpuls voor de ELSA-leerstoelen wordt gegeven nadat de kennisinstellingen garanties afgeven over de inbedding en financiering van deze posities na 2027. De financiering van het NLL en de loketten moet na afloop van de startimpuls van (lokale) overheden, bedrijven of kennisinstellingen komen.

### 3 Legitimiteit

**De investeringen in de KAT-programma's en infrastructuur zijn in principe legitiem, maar de private baten vormen een aandachtspunt.** Bij de KAT-programma's en infrastructuur is de verwachting van de indieners dat de investering op termijn zichzelf kan bekostigen uit inkomsten van technologie, verhuur, spin-offs en intellectueel eigendom. Indien de kennis die het voorstel genereert effectief beschermd kan worden via bijvoorbeeld bedrijfsgeheimen of octrooien, dan kunnen de baten (deels) worden toegeëigend. Het voorstel stuurt bijvoorbeeld aan op het verhogen van het aantal octrooien van 30 in 2020, naar 100 na afloop van de Groeifondsimpuls, en naar 250 in 2035. Als deze mogelijkheid van private baten reëel is, dan zijn wellicht andere financieringsinstrumenten dan een subsidie passender. De gevraagde bijdrage vanuit het Groeifonds lijkt rekening te houden met de technologische maturiteit van het toepassingsgebied, wat in principe gunstig is. Het CPB kan echter niet herleiden hoe het voorstel komt tot de aangevraagde bedragen en is niet in de positie om te beoordelen of deze bedragen in verhouding staan tot de verwachte private baten. Het is ook mogelijk dat door de Groeifondsimpuls nieuwe technologie binnen de drie toepassingsgebieden van quantumtechnologie sneller ontwikkeld zal worden, waardoor maatschappelijke baten vroegtijdiger kunnen worden gerealiseerd, maar de waarschijnlijkheid hiervan kan niet goed worden ingeschat. Bij de ontwikkeling van campusfaciliteiten is het verder aannemelijk dat de exploitatie van het vastgoed gepaard gaat met private baten. In het voorstel ontbreekt een concrete business case, waardoor het niet mogelijk is om deze baten in te schatten. Het is de vraag in hoeverre andere vormen van financiering, zoals een lening of een voorfinanciering door middel van partnerbijdragen, geschikter zouden zijn om de faciliteiten te realiseren.

**Bij de meeste activiteiten van Actielijn 2 lijkt een overheidssubsidie niet noodzakelijk om het voorstel uit te voeren.** De activiteiten van Actielijn 2 bestaan deels uit informeren en deels uit (financieel) ondersteunen van bedrijven. We bespreken de legitimiteit van deze activiteiten apart hieronder:

- **Informeren van bedrijven:** Het is onduidelijk in hoeverre bedrijven te weinig kennis hebben over quantumtechnologie. Gesteld dat bedrijven nu kansen laten liggen vanwege een kennisachterstand, zijn de voorgestelde activiteiten niet de enige of beste oplossing. Bij het actief verspreiden van kennis over quantumtechnologie, zoals de indieners voorstellen, is er een risico dat niet de juiste bedrijven bereikt worden, of dat bedrijven bereikt worden die toch al over de juiste kennis beschikken. Een alternatief is dat geïnteresseerde bedrijven zelf op zoek gaan naar informatie. Deze informatie kunnen ze inwinnen in wetenschappelijke tijdschriften, op de arbeidsmarkt (door inhuur van afgestudeerden) of bij gespecialiseerde bedrijven. Omdat niet duidelijk is of er sprake is van een informatieprobleem, en omdat bij een informatieprobleem betere oplossingen voorhanden zijn, lijken de onderdelen van Actielijn 2 die zich richten op het informeren van bedrijven niet legitiem.
- **Ondersteunen van bedrijven:** Voor financiering en ondersteuning van startende bedrijven bestaan marktoplossingen of zijn er al generieke instrumenten zoals Invest-NL, het Innovatiekrediet of de Vroegefasefinanciering, zoals ook bij 2.2 benoemd. Het risico van publieke oplossingen voor kapitaalmarktimperfecties is dat te veel niet-kansrijke bedrijven ondersteuning krijgen. Dit komt omdat beheerders van een publiek gefinancierd fonds waarschijnlijk niet over gespecialiseerde kennis beschikken die nodig is voor investeringsbeslissingen en/of ze zelf geen financieel risico lopen. Het is mogelijk dat ondersteuning van bedrijven noodzakelijk is voor andere doelen. Zo voorziet het mkb-programma van Actielijn 2 in subsidies voor bedrijven die bijdragen aan het realiseren van de KAT-programma's. Als die subsidies noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld om als 'launching customer' een aanbieder in staat te stellen om benodigde technologie te leveren, dan kan dat legitiem zijn.

**Het is niet duidelijk of overheidsingrijpen in de vorm van subsidies voor een speciaal talentprogramma voor quantumtechnologie legitiem is.** Zoals ook bij 2.2 benoemd, is de additionaliteit van het talentprogramma onduidelijk. Voor het aantrekken en binden van toptalent uit het buitenland is het tijdelijk subsidiëren van betere arbeidsvoorwaarden niet de enige oplossing. Daarvoor bestaan al generieke instrumenten zoals de WBSO en de 30%-regeling.

**Bij de andere onderdelen van QDNL lijkt een overheidssubsidie noodzakelijk om het voorstel uit te voeren.** Dit zijn investeringen in fundamenteel onderzoek (Actielijn 1), onderwijs (Actielijn 3), en de maatschappelijke agenda (Actielijn 4). Bij deze onderdelen zijn weinig tot geen directe private baten te verwachten. De uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek zijn onzeker en niet direct toepasbaar, wat directe vermarkting moeilijk maakt. Via onderwijs wordt het aanbod vergroot van expertise die nodig is voor onderzoek, hoewel een risico bestaat dat aanbodgedreven quantumonderwijs onvoldoende aansluit op de (toekomstige) arbeidsmarktvrage. Kennis rondom de ethische, juridische en sociale aspecten, en van de maatschappelijke impact van quantumtechnologie kan moeilijk te gelde worden gemaakt en is nuttig vanuit maatschappelijk oogpunt.

## 4 Effectiviteit

### 4.1 Effectiviteit verdienvermogen

**De onderbouwing van het effect op het Nederlandse verdienvermogen berust volgens het voorstel op twee analyses.** De eerste analyse is een studie van McKinsey met een top-down benadering, waarbij een inschatting wordt gemaakt van het wereldwijde marktpotentieel voor quantumtechnologie en het aandeel dat Nederland hierin kan vervullen. De tweede analyse van de indieners heeft een bottom-up benadering, waarbij een inschatting wordt gemaakt van additioneel aangetrokken private investeringen.

**Op basis van de studie van McKinsey verwachten de indieners dat de impact van het QDNL-voorstel op het Nederlands verdienvermogen 5 tot 7 mld euro bedraagt.** Verder schat McKinsey in dat het voorstel kan bijdragen aan een jaarlijkse marktomvang die oploopt tot 1 mld euro in 2027 en tot 3 mld euro in 2040. Volgens McKinsey levert dat naar verwachting 5 tot 10 dzd directe banen op in 2027, en 15 tot 30 dzd banen in 2040. In deze berekeningen wordt uitgegaan van een wereldwijd marktpotentieel van 30 mld euro in 2040 en een Nederlands aandeel van 5% tot 10%.

**Bij deze inschatting plaatsen we drie kanttekeningen.** Ten eerste is de top-down berekening gebaseerd op algemene kengetallen, maar de hoogte ervan wordt niet onderbouwd. Ook komt de onzekerheid over kengetallen niet terug in de uitkomsten. Ten tweede is bij de jaarlijkse marktomvang en uitgerekenende banen onduidelijk welk deel van de geraamde effecten toe te rekenen zijn aan het voorstel en welke ontwikkelingen ook zonder het voorstel zouden optreden. Ten slotte is behaalde omzet niet gelijk aan toegevoegde waarde. Een inschatting van het verdienvermogen moet verder kijken dan toekomstige omzetverwachtingen. Om uitspraken te kunnen doen over het verdienvermogen is inzicht nodig in de kostenopbouw en toegevoegde waarde van activiteiten van Nederlandse bedrijven.

**Op basis van de bottom-up analyse verwachten de indieners dat het QDNL-voorstel na afloop van deze investering jaarlijks 766 mln euro kan bijdragen aan de Nederlandse economie.** Dit bedrag bestaat uit 39 mln euro private bijdragen aan publiek-private samenwerkingen, 487 mln euro private R&D-uitgaven in de

drie toepassingsgebieden, en 240 mln euro investeringen in sectoren die al gebruikmaken van quantumtechnologie.

**Bij deze inschatting plaatsen we twee kanttekeningen.** Ten eerste is deze berekening, ook volgens de indieners, slechts een ‘educated guess’ en daardoor zeer onzeker. Ten tweede worden met deze berekening investeringen onterecht opgevoerd als bijdrage aan het verdienvermogen, omdat investeringen uitgaven zijn en geen opbrengsten. Wel kunnen R&D-investeringen in de toekomst renderen en zo indirect bijdragen aan het verdienvermogen.

**Onderzoek is inherent risicovol en kan tegenvallen.** Afgezien van de bovenstaande onzekerheden is er ook fundamentele onzekerheid over de opbrengst van onderzoek. Mede daardoor zijn het marktpotentieel en vooral het Nederlandse aandeel erin onzeker. Dat is geen zwakte van het QDNL-voorstel, maar een kenmerk van dit type voorstellen. Onderzoeksprojecten uit het verleden hebben de samenleving veel gebracht, denk aan de ontwikkeling van vaccins tegen het coronavirus, maar vrijwel altijd was vooraf de onzekerheid van fundamentele aard. Dat fundamentele onzekerheid bij quantumonderzoek speelt werd duidelijk door het recente nieuws over het intrekken van de publicatie over de Nederlandse ontdekking van het Majorana-deeltje, iets dat eerder werd gezien als een belangrijke doorbraak in de ontwikkeling van een quantumcomputer. Tijdens het schrijven van deze analyse was een integriteitsonderzoek met betrekking tot deze publicatie nog niet volledig afgerond. De eventuele gevolgen van het intrekken van dit onderzoek op het Groeifondsvoorstel konden dan ook nog niet worden ingeschat.<sup>141</sup>

**Ondanks de bovenstaande kanttekeningen, kan QDNL positief bijdragen aan het Nederlands verdienvermogen.** De groei in ontwikkeling en/of toepassing van quantumtechnologie kan bijdragen aan het langetermijnverdienvermogen. Het is mogelijk dat de nieuw ontwikkelde kennis geëxporteerd kan worden en te gelde kan worden gemaakt. Hierbij is van belang dat er vooraf goede afspraken worden gemaakt over het intellectuele eigendom dat voortvloeit uit de technologieontwikkeling in de drie toepassingsgebieden van quantumtechnologie. Het groeipotentieel kan beperkt worden door concurrentie vanuit het buitenland.

## 4.2 Effectiviteit maatschappelijke baten

**Verdere ontwikkeling en toepassing van quantumtechnologie leidt naar verwachting tot positieve maatschappelijke baten.** Door onderzoek en ontwikkeling met de maatschappij te verbinden, kan het voorstel op termijn positieve externe effecten bevorderen, zoals bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen op het gebied van klimaat, energie en zorg. Het voorstel is beperkt gericht op het behalen van zulke maatschappelijke winsten, maar dat ligt in de rede, omdat de ontwikkeling van quantumtechnologie zich nog in een vroege fase bevindt.

**Sommige toepassingen van quantumtechnologie brengen maatschappelijke risico's met zich mee.** De toepassing van quantumcomputers en quantumnetwerken kunnen bijvoorbeeld een bedreiging vormen op het gebied van veiligheid en privacy. Het voorstel neemt verschillende acties, onder andere het onderzoek naar de maatschappelijke impact van quantumtechnologie en het opstellen van een nationaal convenant voor maatschappelijk verantwoord ondernemen, die kunnen bijdragen aan het verminderen van mogelijk negatieve neveneffecten omtrent de toepassing van quantumtechnologie. Het CPB is niet in staat om in te

---

<sup>141</sup> Zie [\[link\]](#). Majoranadeeltjes kunnen gebruikt worden bij de ontwikkeling van een quantumcomputer, maar zijn niet de enige manier om deze computer te realiseren. Het QDNL-voorstel is niet afhankelijk van de majoranapublicatie. Wel kunnen de uitkomsten van het integriteitsonderzoek bijvoorbeeld de publieke opinie over quantumonderzoek en de betrokken instituten beïnvloeden.

schatten hoe zwaar de negatieve neveneffecten zullen wegen en hoe effectief het voorstel kan zijn in het verminderen ervan.

## 5 Efficiëntie en discussie

**De meeste onderdelen van het QDNL-voorstel dragen bij aan onderzoek en ontwikkeling en bevorderen de uitwisseling van kennis.** Hiermee kan QDNL een impuls geven aan kennisontwikkeling en bedrijvigheid in Nederland en op termijn maatschappelijke uitdagingen helpen oplossen. De baten die hiermee gepaard gaan zijn onzeker, omdat onderzoek en ontwikkeling inherent onzeker zijn. Om het risico te beperken dat in Nederland ontwikkelde kennis deels weglekt naar het buitenland, zijn goede afspraken vooraf noodzakelijk over het intellectuele eigendom dat voortvloeit uit de activiteiten die mede gefinancierd worden door het Groeifonds. Bij de ontwikkeling van campusfaciliteiten is het de vraag in hoeverre andere vormen van financiering, zoals een lening of een voorfinanciering door middel van partnerbijdragen, geschikter zouden zijn om de faciliteiten te realiseren.

**Bij sommige onderdelen is de additionaliteit of legitimiteit van het voorstel onduidelijk.** De activiteiten van Actielijn 2 lijken niet allemaal gericht op een duidelijk marktfaal. Deze onderdelen beogen informatie over quantumtechnologie te geven of startende bedrijven te ondersteunen en zijn dus niet primair gericht op onderzoek en ontwikkeling of het bevorderen van kennispillowers. Voor informatieproblemen en financiering bestaan marktoplossingen, of zijn er al generieke beleidsinstrumenten. Verder is het onzeker of het talentprogramma erin zal slagen om talent van hoge kwaliteit te binden en bestaat het risico dat het tot opwaartse druk op lonen leidt voor de mensen die toch in Nederland zouden blijven. Op deze onderdelen is het voorstel daarom mogelijk niet efficiënt.

**Het QDNL-voorstel is over het algemeen gedegen opgezet.** De inbedding van het voorstel is goed, zoals ook bij 2.2 benoemd. Voor elk onderdeel is er een gedetailleerd kostenonderbouwing beschikbaar. Het CPB is echter niet in staat om in te schatten in hoeverre deze onderbouwing reëel is. Het is in principe gunstig dat de private bijdrage hoger wordt naarmate de jaren vorderen. Verder is er voorzien in een midterm review in 2024 die het mogelijk maakt om de voortgang te bewaken en het project, of bepaalde onderdelen ervan, bij te sturen of stop te zetten. De kennis die QDNL kan opleveren is vooralsnog niet elders beschikbaar en kan dus niet 'ingekocht' worden. Er zijn duidelijke synergieën tussen de meeste onderdelen (infrastructuur, onderzoek, onderwijs en maatschappelijke impact), die direct verbonden zijn met de technologische ontwikkeling in de KAT-programma's.

## Bronnen

Freeman, R. en J. Van Reenen, 2009, What if Congress doubled R&D spending on the physical sciences?, *Innovation Policy and the Economy*, vol. 9(1): 1-38.

Goolsbee, A., 1998, Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?, NBER Working Paper 6532.

NWO, 2021, Advies over voorstel Quantumdelta Nederland, in opdracht van de Beoordelingsadviescommissie Nationaal Groeifonds, te verschijnen.

Romer, P., 2000, Should the government subsidize supply or demand in the market for scientists and engineers?, *Innovation Policy and the Economy*, vol. 1: 221-252.