WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

BO-Postbus 9101 | 6700 HB Wageningen

UITSLUITEND PER E-MAIL

[redacted]

Wageningen
University

DATUM
2 november 2026

ONDERWERP
Besluit op uw Woo-verzoek

ONZE REFERENTIE
[redacted]

POSTADRES
Postbus 9101
6700 HB Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 104
Droevendaalsesteeg
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/university

KvK NUMMER
09215846

CONTACTPERSOON
[redacted]

E-MAIL
woo@wur.nl

Geachte [redacted],

Op 14 juli jl. heeft Wageningen University uw verzoek om informatie ontvangen. U vraagt om openbaarmaking van documenten in verband met een onderzoek naar de ontwikkeling van de banden tussen academische instellingen, Defensie en de defensiegerelateerde industrie. Uw verzoek ziet op de periode van 1 januari 2022 tot de datum van indiening van uw verzoek en betreft *alle documenten, inclusief correspondentie met derde partijen en interne communicatie, met betrekking tot contacten met, samenwerking met en/of werk voor het Ministerie van Defensie en/of bedrijven uit de defensiegerelateerde industrie, indien gericht op militaire of dual use-doeleinden, beperkt tot de documenten die bij het college van bestuur van Wageningen University en/of faculteitsbesturen berusten*.

Specificatie van uw verzoek

De ontvangst van uw verzoek hebben wij op 15 juli jl. bevestigd, waarna wij u op 22 juli jl. hebben laten weten dat uw verzoek onvoldoende gespecificeerd was om in behandeling te kunnen nemen en om die reden niet voldeed aan het gestelde in artikel 4.1 lid 4 Woo. Wij hebben u een aantal voorstellen gedaan om het verzoek zodanig te specificeren dat wij het in behandeling kunnen nemen, waaronder specificatie van de bedrijven binnen de defensiegerelateerde industrie en beperking tot documenten die bij het college van bestuur van Wageningen University berusten. U heeft daarop een lijst met specifieke organisaties verstrekt om de zoekslag nader te specificeren, welke bij dit besluit is gevoegd als **bijlage 2**. Ook bevestigde u ons dat het verzoek beperkt kan worden tot documenten die bij het college van bestuur berusten.

Op 29 juli jl. bent u geïnformeerd dat uw verzoek met deze nadere toelichting voldoende gespecifieerd is en in behandeling is genomen.

Definitieve reikwijdte

In de communicatie die hiervoor is weergegeven, is de definitieve reikwijdte van uw Woo-verzoek vastgesteld op *alle documenten, inclusief correspondentie met derde partijen en interne communicatie, met betrekking tot contacten met, samenwerking met en/of werk voor het Ministerie van Defensie en/of de nader gespecificeerde lijst van bedrijven uit de defensiegerelateerde industrie, indien gericht op militaire of dual use-doeleinden, beperkt tot de documenten die bij het college van bestuur van Wageningen University berusten*.

Gelet op de tekst en strekking van uw verzoek hebben wij dit beperkt tot documenten die betrekking hebben op *daadwerkelijke* contacten met, samenwerkingen met en/of werk voor het ministerie en de genoemde organisaties, die gericht zijn op militaire of

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

dual-use doeleinden. Dit betekent dat niet-geconcretiseerde samenwerkingsinitiatieven buiten de reikwijdte van het verzoek vallen.

Tot slot vallen, zoals per e-mail besproken, contracten die niet bij het college van bestuur of het faculteitsbestuur berusten, maar op departementsniveau gesloten zijn niet onder de reikwijdte.

Zoekproces
Het Woo-team van Wageningen University heeft uitvraag gedaan bij verschillende organisatieonderdelen van Wageningen University, waaronder bij de leden en het secretariaat van het college van bestuur, de afdeling Co-creating Value & Impact (CVI), de afdeling Corporate Strategy & Accounts (CSA), de bibliotheek en het centraal archief. De betreffende medewerkers is gevraagd om te zoeken naar alle documenten, inclusief correspondentie met derde partijen en interne communicatie, m.b.t. contacten met, samenwerking met en/of werk voor het Ministerie van Defensie en/of de nader gespecificeerde lijst van bedrijven uit de defensiegerelateerde industrie, indien gericht op militaire of dual use-doeleinden, in de periode 1 januari 2022 tot en met 14 juli 2026.

De geïnventariseerde documenten zijn door het Woo-team beoordeeld aan de hand van de formulering en afbakening van uw Woo-verzoek. Daarbij is per document beoordeeld of de inhoud betrekking heeft op de onderwerpen en de periode waarop uw verzoek ziet. Op basis daarvan is door het Woo-team bepaald welke documenten binnen de reikwijdte van het verzoek vallen en in de verdere behandeling zijn betrokken.

Bij de zoekslag zijn 8 documenten geïnventariseerd die binnen de reikwijdte van uw Woo-verzoek vallen.

Zienswijzen van derde belanghebbenden
Op 12 oktober jl. hebben wij u laten weten dat wij de documenten waarbij belangen van derden betrokken zijn, aan die partijen hebben voorgelegd voor een zienswijze.

Een aantal partijen liet weten dat ze zich kon vinden in de voorgenomen openbaarmaking van de documenten die onder de reikwijdte van dit deelbesluit vallen, of hebben de termijn voor het geven van een zienswijze ongebruikt laten verstrijken. Een ander deel van de partijen heeft een zienswijze ingediend, welke door het Woo-team in de overwegingen zijn meegenomen.

Besluit
Het college van bestuur van Wageningen University besluit uw verzoek om informatie te honoreren. Hierbij nemen wij de kaders van de Wet open overheid (‘Woo’) in acht. Dit betekent dat wij de door u verzochte documenten verstrekken indien en voor zover Wageningen University die informatie onder zich geeft en indien en voor zover de uitzonderingsgronden van de Woo zich niet tegen openbaarmaking van deze informatie verzetten. Wij hebben in de betreffende documenten aangegeven op welke grond wij eventueel informatie hebben afgeschermd. U vindt de inventarislijst als **bijlage 1** bij dit besluit.

Toepassing van de uitzonderingsgronden
In de verstrekte documenten zijn gegevens die te herleiden zijn naar individuele medewerkers, zoals namen en telefoonnummers, geredigeerd op grond van artikel 5.1 lid 2 sub e Woo. De openbaarmaking van deze gegevens weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van de betrokken personen.

Daarnaast hebben wij artikel 5.1 lid 2 lid sub f Woo toegepast op informatie waarbij het belang van de bescherming van concurrentiegevoelige bedrijfs- en fabricagegegevens zwaarder weegt dan het belang van openbaarmaking van de informatie.

Artikel 5.1 lid 1 sub c Woo is toegepast op informatie die vertrouwelijk met de overheid is medegedeeld.

In een verstrekt document is ook toepassing gegeven aan artikel 5.1 lid 2 sub i Woo. Dit heeft betrekking op gedetailleerd juridisch advies ten aanzien van de door UNL gecoördineerde letter of intent met het Ministerie van Defensie. Het betreft hier overwegingen die uitsluitend zijn bestemd voor de werkgroep en niet voor externe doeleinden. Wij menen dat het belang van het in een besloten groep onderling kunnen afstemmen van individuele overwegingen over het al dan niet aangaan van deze letter of intent bijdraagt aan het goed functioneren van de bestuursorganen en in dit geval zwaarder weegt dan de openbaarmaking.

Openbaarmaking stukken

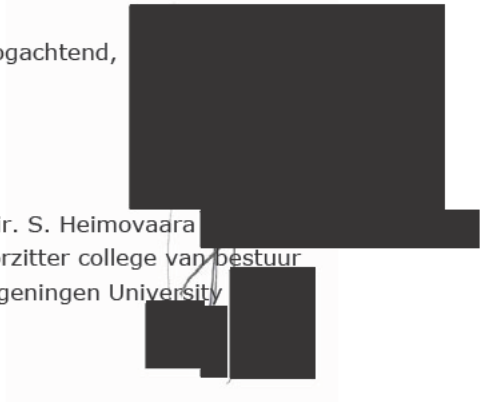
Omdat naar verwachting belanghebbenden bezwaar kunnen hebben tegen de openbaarmaking van de informatie, maken wij de documenten over twee weken na dagtekening van dit besluit openbaar, zoals voorzien in artikel 4.4 lid 5 van de Woo. Indien binnen die periode daadwerkelijk bezwaar is gemaakt door een belanghebbende en daarnaast bij de rechtbank is verzocht om, bij wijze van voorlopige voorziening, het onderhavige besluit tot openbaarmaking te schorsen, zullen wij de uitspraak van de voorzieningenrechter afwachten alvorens de documenten te openbaren. De documenten waarvan tegen de openbaarmaking geen bezwaar is gemaakt, zullen wel na de termijn van twee weken openbaar worden gemaakt en aan u worden verstrekt.

Informatie en termijn voor bezwaar

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u vragen heeft over dit besluit kunt u contact opnemen met onze woordvoerder Vincent Koperdraat, via vincent.koperdraat@wur.nl.

U kunt binnen zes weken na de dag waarop dit besluit bekend is gemaakt een bezwaarschrift indienen. U dient in dat geval schriftelijk uw bezwaren te richten aan het college van bestuur van Wageningen University, Postbus 9101, 6700 HB Wageningen, dan wel per e-mail gericht aan woo@wur.nl.

Hoogachtend,



Dr.ir. S. Heimovaara
voorzitter college van bestuur
Wageningen University

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Bijlage 1 - Inventarislijst

Nummer	Type*	Titel document
1.	O	1942654_redacted
2.	O	2326578_redacted
3.	B	2326584_redacted
4.	E	FW_ Input gevraagd_ Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026_redacted
5.	E	FW__Input gevraagd_ Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026_redacted
6.	E	Re_ Nieuwe versie Letter of Intent Defensie - UNL_redacted
7.	E	Terugkoppeling en rondvraag werkgroep Defensie en weerbare samenleving_redacted
8.	O	SSPG.52.06 Letter of Intent ministerie van Def_redacted

* E = E-mail; B = Bijlage; O = Overig

Bijlage 2 – Gespecificeerde lijst "defensiegerelateerde industrie"

- Airbus
- BAE Systems
- Boeing
- Daedalus Aviation
- Damen
- Dyneema
- Fokker Services
- Fokker Technologies
- Fox-IT
- Hensoldt
- IHC Defence
- Leonardo
- Lockheed Martin
- Milrem Robotics
- Northrop Grumman
- Palantir
- Patria
- Photonis
- Rheinmetall
- Saab
- Teijin Aramid
- TenCate Outdoor Fabrics
- Thales
- TNO Defence, Safety & Security
- Van Halteren Group
- VDL Nedcar

Ministerie van Defensie

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Samenwerkingsovereenkomst 2019-2022

Ondergetekenden,

Ministerie van Defensie (Defensie), rechtsgeldig vertegenwoordigd door de 5.1 2.e [redacted], hierna te noemen "Defensie";

en

Wageningen University, rechtsgeldig vertegenwoordigd door de rector magnificus tevens vice voorzitter van de raad van bestuur, prof.dr.ir. A.P.J. Mol,

en

Stichting Wageningen Research, rechtsgeldig vertegenwoordigd door prof.dr.ir. Louise O. Fresco, voorzitter college van bestuur en L.A.C. Buchwaldt MBA, lid college van bestuur

Wageningen University en Stichting Wageningen Research hierna gezamenlijk te noemen "WUR";

Defensie en WUR hierna gezamenlijk te noemen: Partijen,

overwegende dat:

- Defensie naar doorwerking streeft van haar Strategische Kennis en Innovatie Agenda's en een effectief academisch beleid en werkt aan de versterking van de kennis- en innovatiebasis van de defensietaken;
- Defensie daartoe de banden aanhaalt met alle voor haar relevante kennisinstellingen, waaronder WUR;
- WUR een belangrijk deel van de onderzoeksinspanningen thematisch heeft geordend rond een aantal urgente maatschappelijke vraagstukken (*Connected circularity, The protein transition, Digital twins*) in het Strategisch Plan 2019-2022 van WUR;
- Defensie waarde hecht aan integraal, interdisciplinair, en op veiligheid en duurzaamheid gericht onderzoek;
- Partijen een groot belang onderkennen, namelijk het verrichten van grensverleggend en vernieuwend wetenschappelijk en maatschappelijk relevant onderzoek, het stimuleren van innovaties en nieuwe ondernemingen, het delen van kennis, en het organiseren van field labs / proeftuinen, nu en in de toekomst;
- Partijen inzien dat opgaven op het gebied van Defensie complexer worden en vragen om multidisciplinaire samenwerking en een bredere kennisoriëntatie van (toekomstige) medewerkers van Defensie, en dat het onderzoek van WUR daar ook op in kan spelen;

- De kennisvragen van Defensie specifieke eisen t.a.v. geheimhouding kunnen vereisen waar situatie-specifiek nadere afspraken over zullen worden gemaakt.

Komen het volgende overeen:

1. Partijen streven naar samenwerking op brede onderwerpen zoals gezonde voeding, circulaire economie, energie, landinrichting, ruimtegebruik, milieu, duurzaamheid en veiligheid. De samenwerking beoogt bij te dragen aan de versterking van de kennisinfrastructuur van Defensie en WUR.
2. Partijen beogen op inhoudelijk vlak actief betrokken te zijn en mee te denken met elkaars strategische keuzes op het terrein van kennis en innovatie, daarbij rekening houdend met de bestuurlijk-organisatorische autonomie en de verantwoordelijkheid van beide Partijen.
3. Defensie beoogt mee te denken over de integrale opgaven die relevant zijn voor de strategische onderzoeksportfolio van WUR.
4. WUR streeft ernaar bij de ontwikkeling van kennis en innovatie rekening te houden met de vraag vanuit de beleidsproducten en de strategische lijnen van Defensie en de Rijksoverheid. Hiervoor is het van belang dat vraagstukken die spelen binnen de beleidsvelden en thema's die van belang zijn voor Defensie ook gedeeld en besproken worden met WUR.
5. Defensie en WUR nemen waar mogelijk en haalbaar samen het initiatief te komen tot verdergaande samenwerking tussen Technische Universiteiten (4TU) gericht op het versterken van een nationaal en internationaal wetenschappelijk excellent netwerk ten behoeve van Defensie en de samenwerkende universiteiten.
6. Binnen de looptijd van de overeenkomst streven Partijen ernaar de doelstellingen van de samenwerking uit te werken in concrete activiteiten in een samenwerkingsagenda 2020-2023.
7. Partijen maken binnen deze samenwerking op hoofdlijnen de volgende afspraken:

   Naast de reeds lopende samenwerking rond voedingsadvies en startende ondernemingen streven Partijen in de komende vier jaar de samenwerking uit te werken rond de navolgende niet uitputtende lijst onderwerpen:

   A. Onderzoeksprojecten over thema's, zoals:
      - verdere advisering over voeding waarbij Defensie zich inspant om Paresto te betrekken;
      - het inzetten van kennis t.b.v. Duurzaam Gezond Inzetbaar;
      - kennisgerichte en multidisciplinaire studentprojecten door WUR-studenten binnen het vak Academic Consultancy Training, gericht op diverse vraagstukken van Defensie;
      - op het gebied van gezonde, duurzame, veilige, smaakvolle en personalized voeding, zoals een project Food for Vigilance en een project rond 3D-Food Printing;

- Op het gebied van circulaire en biobased producten en processen, zoals het duurzame kleding en kleding hergebruik.

B. Samenwerken met startende ondernemers waar Defensie als launching customer kan optreden. Defensie zal zich inspannen hierbij Front te betrekken; WUR zal zich inspannen hierbij StartLife te betrekken op het gebied van agri & food.
C. Samenwerking rond een mogelijke student challenge, al dan niet in samenwerking met andere Nederlandse universiteiten, bijvoorbeeld over de Mobiele Satelliet Keukens van de toekomst
D. Het organiseren van activiteiten voor WUR-alumni, werkzaam bij Defensie

8. Partijen spreken af dat het 5.1.2e , thans 5.1.2e , contactpersoon aan de kant van Defensie is, en dat 5.1.2e dat aan de kant van WUR is. Beide contactpersonen dragen zorg voor frequente onderlinge afstemming, afstemming binnen de eigen achterban en een jaarlijkse korte update op hoofdlijnen.

9. Partijen komen eveneens overeen dat:
   a. Partijen, mede bepaald door wet- en regelgeving, per onderwerp de financieringsmogelijkheden zullen bezien. Wanneer dit leidt tot wijzigingen in deze samenwerkingsovereenkomst kunnen Partijen besluiten deze samenwerkingsovereenkomst te wijzigen of (gedeeltelijk) te beëindigen.
   b. Partijen geen exclusieve samenwerking met elkaar aan gaan.

10. Slotbepalingen:

   a. Specifieke voorwaarden voor het verstrekken van opdrachten en verrichten van diensten worden in separate overeenkomsten vastgelegd.
   b. Partijen zullen in goed vertrouwen met elkaar samenwerken. Partijen blijven gedurende de looptijd van deze samenwerkingsovereenkomst in overleg over de uitgangspunten voor samenwerking opgenomen in deze overeenkomst en onderzoeken de mogelijkheden tot inhoudelijke uitwerking van de in deze samenwerkingsovereenkomst genoemde activiteiten.
   c. Wijzigingen op de samenwerkingsovereenkomst, anders dan de inhoudelijke uitwerking van de intenties, zullen door Partijen schriftelijk worden overeengekomen en aan deze samenwerkingsovereenkomst gehecht worden.
   d. De samenwerkingsovereenkomst treedt in werking met ingang van de dag na ondertekening van beide Partijen en heeft een looptijd van vier jaar.
   e. Op deze samenwerkingsovereenkomst is uitsluitend het Nederlands recht van toepassing. Alle geschillen die uit of naar aanleiding van de uitvoering van deze samenwerkingsovereenkomst voortvloeien, zullen Partijen eerst op minnelijke wijze

trachten op te lossen. Indien Partijen echter niet op minnelijke wijze hun geschil kunnen regelen, dan wordt zodanig geschil ter beslechting voorgelegd aan de bevoegde Nederlandse rechter.

f. Partijen zijn gerechtigd deze samenwerkingsovereenkomst met een opzegtermijn van twee maanden tussentijds schriftelijk eenzijdig op te zeggen. Per uitgewerkte activiteit zullen Partijen bezien wat de gevolgen van de opzegging van deze samenwerkingsovereenkomst hiervoor zijn. Partijen zijn bij tussentijdse opzegging jegens elkaar niet tot enige schadevergoeding gehouden.

Aldus opgemaakt en in drievoud ondertekend te Wageningen op 2 oktober 2019,

Ministerie van Defensie

5.1.2e

5.1 2.e

Wageningen University

5.1.2e

prof.dr.ir. A.P.J. Mol
rector magnificus

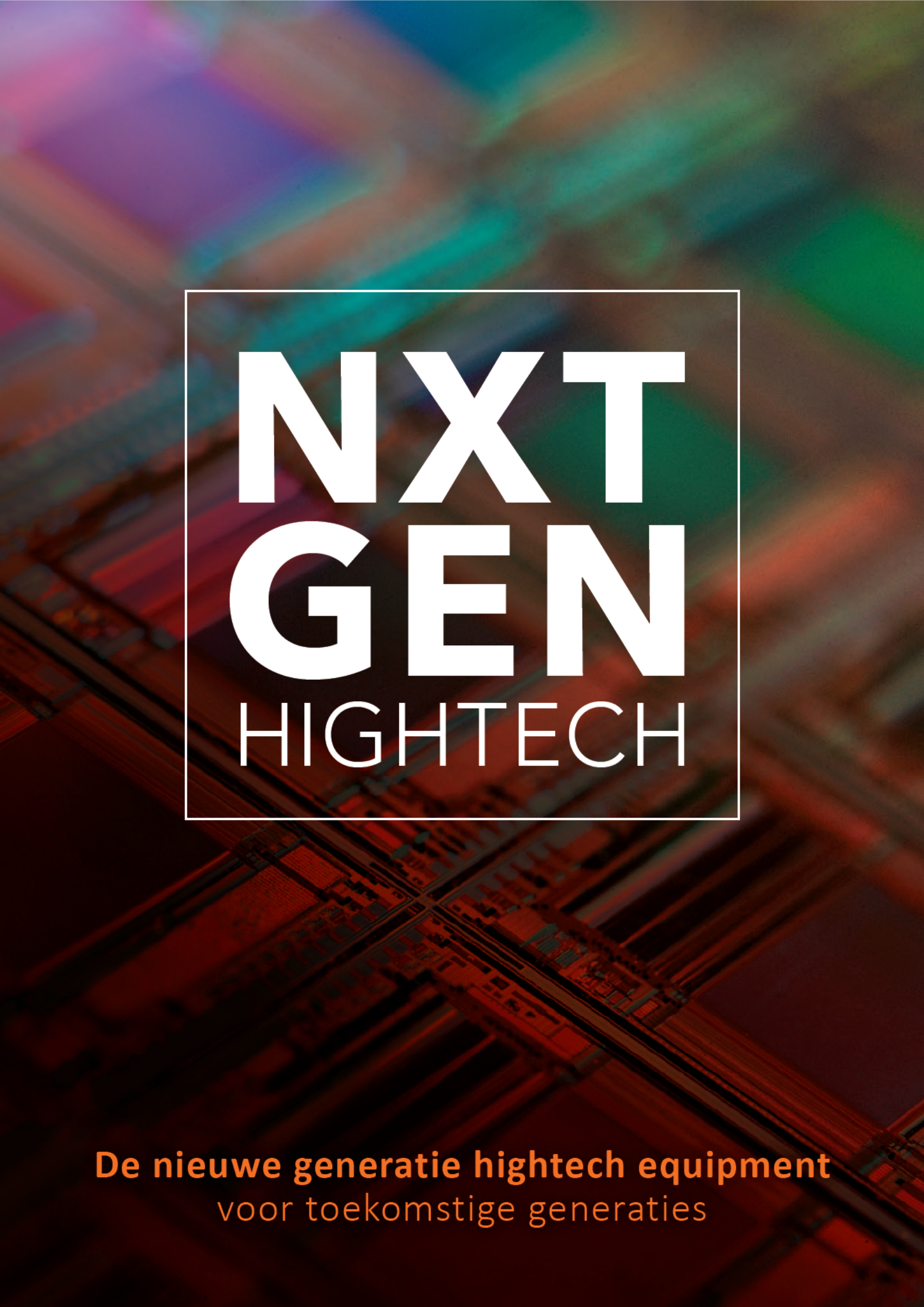
Stichting Wageningen Research

5.1.2e

prof.dr.ir. Louise O. Fresco
voorzitter college van bestuur

5.1.2e

L.A.C. Buchwaldt MBA
lid college van bestuur



De nieuwe generatie hightech equipment
voor toekomstige generaties

NXTGEN HIGHTECH

De nieuwe generatie hightech equipment - voor toekomstige generaties

Nederland is kampioen in hightech equipment

Nederlandse bedrijven maken hoogtechnologische apparatuur voor bijvoorbeeld de productie van halfgeleiders, voor medische instrumenten, datacommunicatie en andere markten die de grens van de technologische mogelijkheden steeds verder opschuiven. Hightech equipment is een cruciale pijler onder de Nederlandse economie en is verantwoordelijk voor een groot deel van de Nederlandse export. Verdere groei draagt substantieel bij aan de groei van de economie. Hightech equipment biedt ook oplossingen voor de grote maatschappelijke uitdagingen: de energie- en klimaattransitie, optimale gezondheidszorg, veilige communicatie, en verduurzaming van de voedselketen. Bovendien vormt hightech equipment een basis voor (Europese) productie- en technologiesoevereiniteit, waarvan de noodzaak tijdens de coronacrisis is gebleken.

Een sprong vooruit is nodig

Onze sterkte in hightech equipment is te danken aan de expertise en het ondernemerschap van de spelers en aan hun nauwe samenwerking: bedrijven, kennisinstellingen, overheden, financiers maken tezamen het succes. Bedrijven als ASML, Philips, NXP, VDL, Lely en Medtronic en hun ecosystemen zijn internationale topspelers.

Maar die positie is niet vanzelfsprekend. De concurrentie uit andere werelddelen groeit, mede door politieke belangen. Substantiële investeringen zijn nodig, maar Nederlandse investeringen in R&D blijven internationaal achter. Daar komt bij dat een groot deel van het ecosysteem bestaat uit toeleveranciers en start-ups met beperkte investeringsruimte, waardoor disruptieve innovatie en diversificatie naar nieuwe toepassingen op eigen kracht moeilijk is. De spelers binnen het ecosysteem hebben veel gemeenschappelijk, zoals een basis in sleuteltechnologieën als system engineering, optomechatronica en robotica, en een substantiële investering in gezamenlijke verdere technologie- en marktontwikkeling is nodig. Om het toekomstig verdienvermogen te versterken moet het Nederlandse hightech equipment ecosysteem een sprong vooruit maken.

Het NXTGEN HIGHTECH programma zet die sprong in

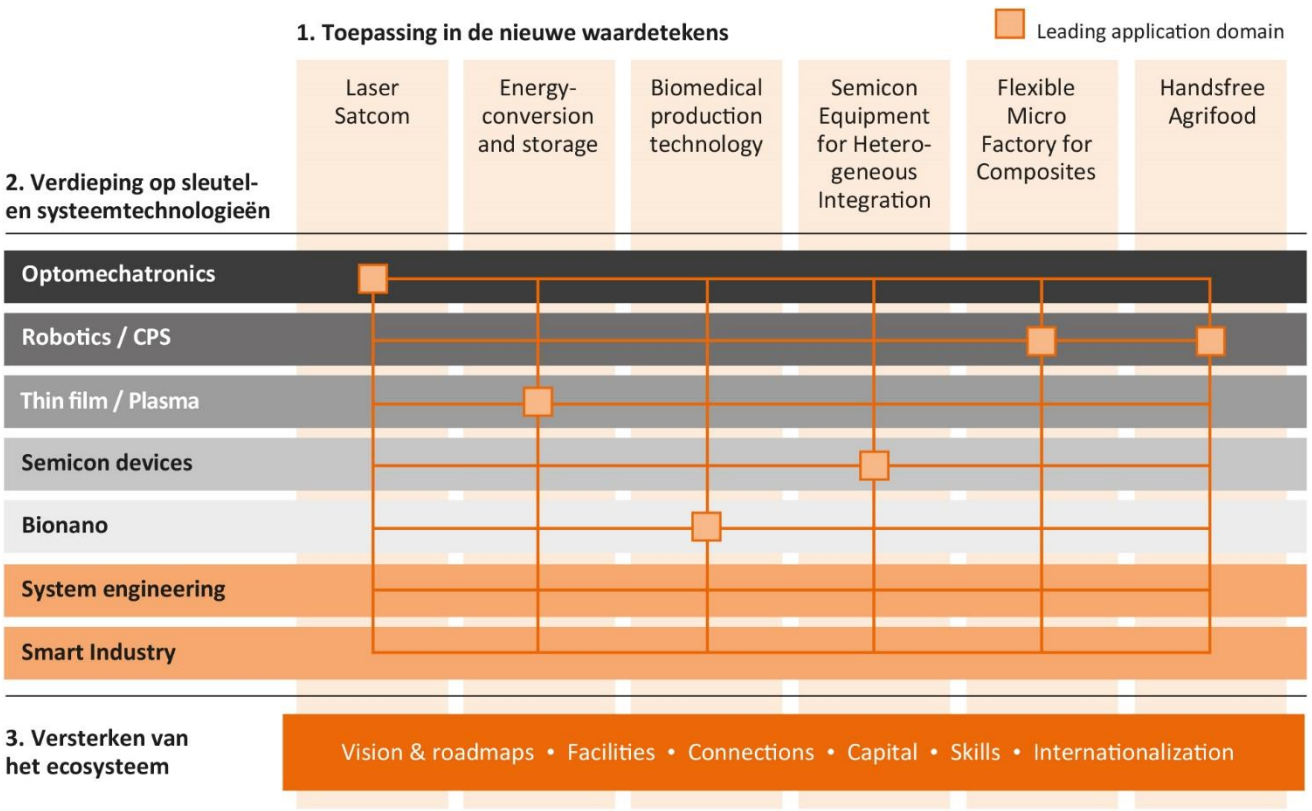
Deze sprong wordt met het investeringsprogramma NXTGEN HIGHTECH ingezet, met als doelstelling dat het Nederlandse hightech equipment ecosysteem in 2030 behoort tot de leidende hightech clusters in Europa. Dit programma ontwikkelt een nieuwe generatie hightech equipment gericht op duurzaamheid, digitalisering, gezondheid en technologie-soevereiniteit. De equipment wordt met digitale technologie vervaardigd, ingezet en onderhouden, om productie in Nederland en de EU rendabel te houden. Hiermee versterkt Nederland het verdienvermogen en worden maatschappelijke uitdagingen aangepakt. We zetten in op een *nieuwe generatie* technologie die van belang wordt voor de *toekomstige generatie* mensen: onze kinderen.

Zes toepassingsgebieden die Nederland sterker maken

NXTGEN HIGHTECH gaat op zes gebieden nieuwe equipment ontwikkelen met een gemeenschappelijke basis in de sleuteltechnologieën. Voorbeelden van de beoogde sprong vooruit:

- Schone energie: schone waterstof door efficiënte electrolysers te produceren met dunne film technologie.
- Datacommunicatie: de stap van radio naar licht. Communicatie via laserbundels, veilig en met veel meer capaciteit.
- Gezondheidsapparatuur: productietechnologie voor nieuwe chips, waarmee organen worden nagebootst en die de zoektocht naar nieuwe medicijnen versnellen zonder dierproeven.
- Gestapelde microchips: de stap naar nog snellere en zuiniger chips die deels ook met licht schakelen.
- Compacte, flexibele en gerobotiseerde productielijnen voor lichtgewicht composietstructuren.
- De voedingsketen: de introductie van snelle en precieze robots in de land- en tuinbouw.

De voorgestelde oplossing: naar een coherent, toonaangevend hightech equipment ecosysteem

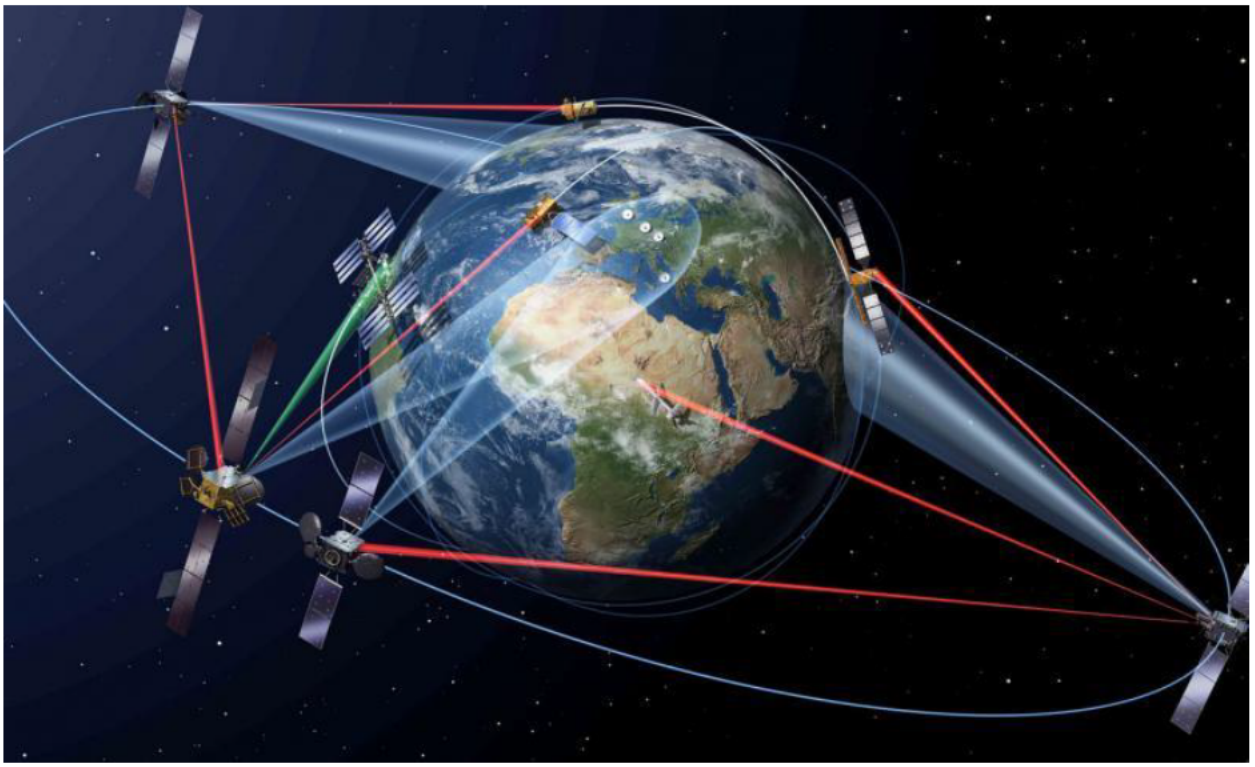


Het NXTGEN HIGHTECH programma faciliteert samenwerkingsverbanden van bedrijven en kennisinstellingen die doelgericht nieuwe waardeketens, nieuwe bedrijvigheid en internationale posities ontwikkelen. Het programma kent drie gecoördineerde pijlers:

1. De zes toepassingsprogramma's: het programma stimuleert en ondersteunt consortia die sleutelposities in nieuwe waardeketens willen verwerven. Veel consortia bestaan uit een mix van start-ups, toeleveranciers, Original Equipment Manufacturers (OEM's) Original Module Manufacturers (OMM's) en kennisinstellingen. 42 projecten staan klaar met circa 340 spelers om die 'control points' te ontwikkelen.
2. De technologische en wetenschappelijke verdieping: het programma versterkt de technologische en wetenschappelijke basis voor de toepassingen. Verdieping van de kennis van relevante systeem- en sleuteltechnologieën is van groot belang om het hightech equipment ecosysteem ook toekomstbestendig te maken. De technologiebasis zal worden versterkt in de 42 hierboven genoemde projecten, naast open calls die klaar staan voor nieuwe invalshoeken en spelers..
3. Het ecosysteem: het programma stimuleert een intensieve samenwerking over wetenschappelijke disciplines en sectoren heen. Zes aspecten staan centraal: gezamenlijke visieontwikkeling, fysieke zwaartepunten ontwikkelen, investeringskapitaal aansluiten, het aantrekken en behouden van talent en opleidingen, hechtere samenwerking in het ecosysteem, en internationalisering.

Wie is de eerste met draadloze datacommunicatie via laser?

Draadloos dataverkeer loopt via radiogolven. Maar het spectrum raakt steeds voller, de capaciteit is beperkt, en de data is af te luisteren. Laserbundels vormen een geheel nieuw alternatief. Laserlicht reist moeiteloos duizenden kilometers, biedt een enorme capaciteit, is energiezuinig en veilig: de bundel is doelgericht en daardoor lastig af te luisteren en te verstoren. Nederlandse wetenschappers en ondernemers lopen voorop met (laser-)licht en passen dat al jaren toe in bijvoorbeeld astronomie en semicon (halfgeleiders). De uitdaging nu is die kennis snel toe te passen in laserterminals. Die zijn de cruciale schakels in de hele communicatieketen. Bedrijven als Airbus en Viasat zien die nieuwe kans en werken samen met onderzoekers, bijvoorbeeld bij TNO, en bedrijven als VDL, Demcon en innovatieve start-ups zoals Single Quantum en Effect Photonics om die terminals te ontwikkelen. Wie als eerste deze cruciale schakels kan aanbieden, verwerft zich een sleutelpositie in een enorme groeimarkt. Dat vergt nieuwe technologie, hechte, langdurige samenwerking en flinke investeringen. NXTGEN HIGHTECH pakt die uitdaging op.



Resultaat: meer verdienvermogen én oplossingen voor de toekomst

De hightech-sector in ons land is goed voor een bbp bijdrage van 72 miljard euro per jaar. NXTGEN HIGHTECH mikt op extra groei van het bbp, die oploopt naar 11 tot 16 miljard per jaar in 2040. Tegelijkertijd levert het programma een nieuwe technologie-basis voor de hightech-sector waarmee belangrijke maatschappelijke uitdagingen worden aangepakt. Het vergt investeringen gedurende 2022-2029 ter grootte van € 1,2 miljard waarvan ruim de helft uit het Groeifonds.

Direct beginnen met ruim 340 bedrijven en kennisinstellingen

Wie doen mee aan NXTGEN HIGHTECH: 189 MKB bedrijven onder wie 75 jonge start- en scale-ups, 130 grotere bedrijven en 23 kennisinstellingen. Ruwweg 1500 onderzoekers en innovatoren komen in beweging. De organisaties hebben zich met een *letter of intent* gecommitteerd om het programma een vliegende start te geven. Een bijdrage uit het Groeifonds is daarvoor onontbeerlijk.

Leeswijzer

Het NXTGEN HIGHTECH voorstel start met de titelpagina, de inhoudsopgave, de korte samenvattingen in het Nederlands en Engels in hoofdstuk 1.

Hoofdstuk 2 biedt de strategische onderbouwing. In paragraaf 2.1 en 2.2 worden het belang en de uitdaging van de Nederlandse hightech equipment opgave toegelicht en onderbouwd. Paragraaf 2.3 en 2.4 beschrijven de doelstelling en de voorgestelde oplossing om de sprong vooruit te maken. Daarin is ook aandacht voor de internationale aansluiting en de raakvlakken met andere Groeifonds-voorstellen

Hoofdstuk 3 werkt het plan uit. In paragraaf 3.1 worden de drie programmapijlers, toepassing, verdieping en versterking ecosysteem uitgewerkt. Elke pijler bestaat uit projecten. Paragraaf 3.2 beschrijft de samenwerking en governance.

Hoofdstuk 4 toont de begroting en de financiële onderbouwing voor NXTGEN HIGHTECH.

Hoofdstuk 5 gaat in op de beoogde effecten. Paragraaf 5.1 onderbouwt de economische impact van het voorstel. In 5.2 worden de bijbehorende KPI's toegelicht en 5.3 staat de beschrijving van de maatschappelijke impact van dit investeringsvoorstel.

Dit voorstel is ontwikkeld door een werkgroep onder voorzitterschap van [redacted], *met* [redacted] *van TNO;* [redacted] *van UT, namen de 5Tu's ;* [redacted] *van FME;* [redacted] *van TNO;* [redacted] *van Composites NL en* [redacted] *van Airborne;* [redacted] *van HDMT;* [redacted] *van OostNL;* [redacted] *van HighTechNL;* [redacted], *Programmabureau Smart Industry;* [redacted] *van TNO; en* [redacted], [redacted] *van EZK.*

Begeleid door een stuurgroep onder voorzitterschap van [redacted], [redacted] *Topsector HTSM;* [redacted] *namens de 5 TU's;* [redacted] *namens de ROM's;* [redacted], [redacted] [redacted] *TNO;* [redacted], [redacted] *VDL;* [redacted], *FME;* [redacted], *Topsector HTSM;* [redacted], *VNO; en* [redacted], *EZK.*

Het voorstel NXTGEN HIGHTECH is door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat ontwikkeld en ingediend voor de tweede investeringsronde van het Nationaal Groeifonds. Er kunnen geen rechten ontleend worden aan deelname aan dit proces en/of hoe zaken in het voorstel zijn opgeschreven. Het voorstel is – in deze fase – niet publiek en kan dus niet verder verspreid worden.

De tweede investeringsronde is in lijn met de eerste ronde een departementale route waarbij departementen voorstellen hebben ontwikkeld en formeel hebben ingediend. Tijdens het schrijfproces is gebruik gemaakt van publiek-private samenwerking om onderdelen van het propositieformulier te onderbouwen en zo tot een kansrijk voorstel te komen voor het Nationaal Groeifonds. Hierbij hebben dus partijen in het veld en medeoverheden geholpen met het ontwikkelen en schrijven van het voorstel.

Dit is een korte versie van het voorstel zoals ingediend bij het Nationaal Groeifonds op 31 oktober 2021. Hierin zijn enkele kleine correcties meegenomen.

Inhoudsopgave

1 Abstract 11

2 Strategische onderbouwing 13

2.1 Relevant terrein 13

2.2 Probleemanalyse 13

2.2.1 Het Nederlandse ecosysteem: structuur van hightech samenwerking in de keten 14

2.2.2 SWOT-analyse 20

2.2.3 Nieuwe kansen, nieuwe uitdagingen 22

2.2.4 De rol van de overheid bij de nieuwe hightech waardeketens 25

2.2.5 Naar een programmatische aanpak 28

2.3 Doelstelling 30

2.4 Voorgestelde oplossing: naar een coherent, toonaangevend hightech equipment ecosysteem 33

2.4.1 Uitwerking programmapijlers 33

2.4.1.1 Pijler 1, Toepassingspijler. 33

2.4.1.2 Pijler 2, Verdiepingspijler 36

2.4.1.3 Pijler 3, Ecosysteempijler 37

2.4.1.4 Drie pijlers, een programma 40

2.4.2 De toekomstbestendigheid en doelmatigheid van de voorgestelde oplossing 40

2.4.3 Alternatieve oplossingen 41

2.4.4 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen 41

2.4.5 De algemene risico's en afhankelijkheden voor het bereiken van de doelstelling 45

2.4.6 De mate van vernieuwing van de voorgestelde oplossing 46

2.4.7 De samenhang tussen de voorgestelde oplossing en andere projecten 47

2.4.8 Verankering investeringen in uitvoeringspraktijk 50

2.4.9 Spillovers: brede toepasbaarheid voor derden 50

2.5 Subsidiariteit 51

3 Planuitwerking 53

3.1 Projectplan 53

3.1.1 Activiteitenplan Toepassingspijler 53

3.1.1.1 Toepassingsprogramma 1 Biomedische productietechnologie 54

3.1.1.2 Toepassingsprogramma 2 Semiconductor Equipment 60

3.1.1.3 Toepassingsprogramma 3 Laser Satcom 66

3.1.1.4 Toepassingsprogramma 4 Flexibele microfabrieken voor composieten 73
3.1.1.5 Toepassingsprogramma 5 Handsfree Agrifood 79
3.1.1.6 Toepassingsprogramma 6 Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie 87
3.1.2 Activiteitenplan Verdiepingspijler 93
3.1.2.1 Verdiepingsprogramma Cyber Physical Systems / Robotica 93
3.1.2.2 Verdiepingsprogramma (Opto)mechatronica 97
3.1.2.3 Verdiepingsprogramma Semicon devices / Lithografische systemen 100
3.1.2.4 Verdiepingsprogramma Dunne film / Plasmatechnologie 103
3.1.2.5 Verdiepingsprogramma Bionanotechnology 106
3.1.2.6 Verdiepingsprogramma Systems Engineering 109
3.1.2.7 Verdiepingsprogramma Smart Industry 112
3.1.2.8 Het open call programma 115
3.1.2.9 Flankerende NWO-programma's die NXTGEN HIGHTECH kunnen ondersteunen 116
3.1.3 Activiteitenplan Ecosysteempijler 119
3.1.3.1 Visie 119
3.1.3.2 Locaties 120
3.1.3.3 Kapitaal: Investeringen 125
3.1.3.4 Skills 126
3.1.3.5 Verbinden 130
3.1.3.6 Internationalisering 131
3.1.4 Fasering en planning 133
3.1.5 Monitoring en evaluatie 134
3.1.6 Deelnemende partijen 140
3.2 Samenwerking en governance 144
3.2.1 Governance en organisatie 144
3.2.2 Publieke stakeholders 148
3.2.3 Belanghebbenden 149
3.2.4 Planspecifieke risico's 149
3.2.5 Intellectueel eigendom 150
3.2.6 Praktische uitvoerbaarheid 151
3.2.7 Juridische uitvoerbaarheid 152
4 Financiële onderbouwing 158
4.1 Begroting 158
4.1.1 Kosten 158

4.1.2 Financiering 160
4.2 Onderbouwing begroting 162
4.2.1 Verwachte financiële bedragen 162
4.3 Bekostigingsmix 166
4.3.1 Financiële bijdragen van deelnemende partijen 167
4.3.2 Zekerheid over bijdragen 171
4.3.3 Passende bekostigingsmix 171
4.3.4 Financieel risico 175
4.3.5 Financieringslijnen 175
4.3.6 Open calls en aanbestedingen 176
4.4 Niet structureel 176
5 Effectenanalyse 179
5.1.1 Omvang van het structurele bbp-effect 179
5.1.1.1 Overall uitkomsten 179
5.1.1.2 Nul-scenario 181
5.1.1.3 Nadere onderbouwing van het bbp-effect per domein 182
5.1.1.4 Toelichting op de gevolgde methodiek 191
5.1.1.5 Conclusie omvang van het structurele bbp-effect 195
5.1.2 Omvang incidentele bbp-effect 195
5.1.3 Externe onzekerheden 196
5.2 Kwalitatieve onderbouwing bbp-effect 196
5.2.1 Theory of change 197
5.2.2 Toekomstbestendigheid en groeipotentieel 203
5.3 Maatschappelijke kansen en effecten 205
5.3.1 Saldo van maatschappelijke kosten en baten 205
5.3.1.1 Landbouw, water en voedsel 207
5.3.1.2 Energietransitie en duurzaamheid 209
5.3.1.3 Gezondheid en zorg 212
5.3.1.4 Veiligheid 212
5.3.1.5 Arbeid en competenties 213
5.3.1.6 Monitoring en koppeling met nationale doelstellingen 215
6 Bijlagen 216

1 Abstract

NXTGEN HIGHTECH

De nieuwe generatie hightech equipment - voor toekomstige generaties

Een sprong vooruit is nodig

De Nederlandse productie van hightech equipment is van wereldniveau en levert een groot aandeel in onze export. Deze positie is te danken aan de expertise en het ondernemerschap van de spelers in dit ecosysteem en aan hun nauwe samenwerking. Maar de concurrentie in de wereld groeit, er liggen dringende maatschappelijke opgaven en de benodigde investeringen worden steeds groter. Het investeringsprogramma NXTGEN HIGHTECH pakt dit alles in één keer aan.

Meer groei en maatschappelijke thema's aanpakken

Het programma wil over een periode van zeven jaar € 1,2 miljard investeren (waarvan ca. de helft van het Nationaal Groeifonds) in zes essentiële toepassingsgebieden voor de generaties die na ons komen:

- Schone energie.
- Datacommunicatie via licht.
- Apparatuur voor snellere medicijnontwikkeling zonder dierproeven.
- Snellere chips.
- Innovatieve productie van lichte composietmaterialen.
- Snelle en precieze robots in de land- en tuinbouw.

Het doel is om dit Nederlandse hightech equipment ecosysteem tegen 2040 leidend in Europa te maken, met uiteindelijk een extra bijdrage aan het bbp van € 11 tot 16 miljard per jaar. Daartoe gaan consortia van bedrijven en kennisinstellingen nieuwe technologieën ontwikkelen en nog sterker samenwerken: kennis uitwisselen, leren van elkaar en met elkaar, nieuw talent aantrekken.

Ready to start met brede steun

De plannen voor de uitvoering van dit programma liggen klaar. Als NXTGEN HIGHTECH groen licht krijgt kan het direct van start. 189 MKB bedrijven, waaronder 75 start-ups en scale-ups, 130 grotere bedrijven en 23 kennisinstellingen hebben hun deelname en bijdrage toegezegd.

NXTGEN HIGH TECH

The new generation of high-tech equipment for future generations

A leap forward is necessary

The production of high-tech equipment in the Netherlands is of world class and accounts for a large share of our exports. This position is due to the expertise and entrepreneurship of the players in this ecosystem and their close cooperation. But competition in the world is growing, there are urgent societal challenges and the required investments are increasing. The NXTGEN HIGHTECH investment programme tackles all this at once.

More growth and tackling societal challenges

Over a seven-year period, the programme aims to invest €1.2 billion (of which approximately half from the National Growth Fund) in six key application areas for generations to come:

- Clean energy.
- Data communication via light.
- Equipment for faster medicine development without animal testing.
- Faster microchips.
- Innovative production of light composite materials.
- Fast and precise robots in agriculture and horticulture.

The aim is to make this Dutch high-tech equipment ecosystem a leader in Europe by 2040, with an ultimate contribution to GDP of €11 to 16 billion per year. To this end, consortia of companies and knowledge institutions will develop new technologies and work together even more closely: exchanging knowledge, learning from each other and with each other, and attracting new talent.

Ready to start with broad support

The plans for implementing this programme are ready. If NXTGEN HIGHTECH gets the green light, it can start immediately. 189 small- and medium sized companies, including 75 start-ups and scale-ups, 130 bigger companies and 23 knowledge institutions have pledged their participation and contribution.

2 Strategische onderbouwing

2.1 Relevant terrein

Dit voorstel valt primair in het terrein R&D en innovatie, maar kent ook kennis- en infrastructurele aspecten.

NXTGEN HIGHTECH versterkt het onderzoeks- en innovatie-ecosysteem van hightech equipment. Bedrijven en kennis- en onderzoeksinstellingen gaan gezamenlijk werken aan R&D projecten gericht op het realiseren van nieuwe waardeketens voor hightech equipment.

Er worden ook investeringen in de kennisinfrastructuur gedaan door de investeringen op fysieke locaties (zie paragraaf 3.1.3.2) en ook geïnvesteerd in kennisontwikkeling middels de skills activiteiten onder de ecosysteempijler (zie paragraaf 3.1.3.4).

2.2 Probleemanalyse

Gegeven het belang wat gehecht wordt aan innovatie als drijvende kracht van economische groei, krijgen hightech sectoren met name in de ontwikkelde en ontwikkelende landen wereldwijd volop aandacht en dito investeringen[1]. Investeringen in de hightech-sector hebben de potentie om gigantische multipliers te realiseren en daarmee nieuwe banen te creëren[2], en ook in de recent gepubliceerde kamerbrief “Visie op de toekomst van de maakindustrie” krijgt specifiek de hightech sector in Nederland terecht veel aandacht.[3] In de context van het Nederlandse innovatiebeleid (het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid, MTIB) zijn specifiek ook de sleuteltechnologieën van belang.[4][8]

Dit voorstel grijpt aan op het ecosysteem van “hightech equipment”. Hightech equipment zien wij als complexe hightech machines, geproduceerd op basis van sleuteltechnologieën. Het begrip equipment (in het Nederlands machine of apparatuur) wordt breed geïnterpreteerd. Dit komt omdat producten, afhankelijk van de waardeketen waarnaar gekeken wordt, een eindproduct of juist een subonderdeel van een productieproces kunnen zijn. Zo is een EUV-machine van ASML het einde van de waardeketen van semiconductor equipment, maar is diezelfde EUV-machine een schakel in het proces van het fabriceren van chips.[5] Hiermee ligt de focus op de maakindustrie en de producten die zij maakt. Echter het verkopen

[1] R. Brown, C. Mason Inside the high-tech black box: A critique of technology entrepreneurship policy Technovation, 34 (12) (2014), pp. 773-784

[2] Lee, N., & Clarke, S. (2019). Do low-skilled workers gain from high-tech employment growth? High-technology multipliers, employment and wages in Britain. Research Policy, 48(9), 103803.

[3] https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/10/30/visie-op-de-toekomst-van-de-industrie-in-nederland

[4] KIA Sleuteltechnologieën | Holland High Tech

[5] Verkenning batterijen 2 Positie Nederland in de waardeketens, https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/01/28/bijlage-3-batterijenstrategie-eindrapportage-batterijverkenning-ii/bijlage-3-batterijenstrategie-eindrapportage-batterijverkenning-ii.pdf

van het product als dienst (servitization) en ondersteunende diensten zoals smart maintenance[6] spelen wel in toenemende mate een belangrijke rol in de manier waarop equipment ontworpen, geproduceerd en geïnstalleerd wordt.

2.2.1 Het Nederlandse ecosysteem: structuur van hightech samenwerking in de keten

Dit voorstel grijpt aan op het Nederlandse hightech equipment ecosysteem. Bij het stimuleren van innovatie wordt steeds meer gedacht in termen van het versterken van ecosystemen, volgens de definitie zoals gebruikt in de kabinetsstrategie "Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen":

Een ecosysteem voor onderzoek en innovatie omvat een dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels die van belang zijn voor het onderzoeks- en innovatievermogen van individuele actoren en groepen van actoren en, hierdoor, voor het creëren van waarde (Dialogic, 2020).

Het hightech equipment ecosysteem en de organisatie hiervan in Nederland is in grote mate te danken aan de invloed van onder andere Philips en de opkomst van ASML in de semiconductor markt. De semicon waardeketen is daarmee een goede illustratie voor de structuur van de equipment industrie. Dit voorstel beschouwt echter wel een bredere groep aan bedrijven als onderdeel van het hightech equipment ecosysteem. Met name de bedrijven die vanuit hightech expertise al nieuwe markten en toepassingen realiseren, zoals bijvoorbeeld Lely, beschouwt dit voorstel ook als onderdeel van het hightech equipment ecosysteem.

Voor de semicon industrie bestaat een typische waardeketen uit ontwerp, wafer fabricage (front-end), packaging (back-end), testen en assembleren, machinebouw en toeleveranciers, en systeemintegratie. Figuur 1 laat zien dat een groot aantal bedrijven en kennisorganisaties verbonden is aan de keten.[7] De spelers die in deze figuur zijn weergegeven betreffen alleen de Nederlandse spelers; uiteraard is de waardeketen van een multinational als ASML internationaal en is ze afhankelijk van vele buitenlandse spelers voor haar business. Een belangrijk gegeven is dat bedrijven in Nederland op alle onderdelen van de keten actief zijn, een eigenschap die Nederland alleen met Amerika en Japan gemeen heeft.[8]

Architecten en leveranciers

Enkele grote OEM's[9] zoals ASML en NXP staan aan de top van de semicon waardeketen. Daaronder schuilt een complex netwerk aan 1st tier toeleveranciers of OMM's[10] zoals VDL, Demcon en anderen, die direct aan de OEM's leveren. Zij ontwikkelen en maken vaak zeer complexe modules die samen moeten komen in de machine architectuur van de OEM's. Deze moduleleveranciers doen op hun beurt

[6] Susto, G. A., Schirru, A., Pampuri, S., McLoone, S., & Beghi, A. (2014). Machine learning for predictive maintenance: A multiple classifier approach. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *11*(3), 812-820.

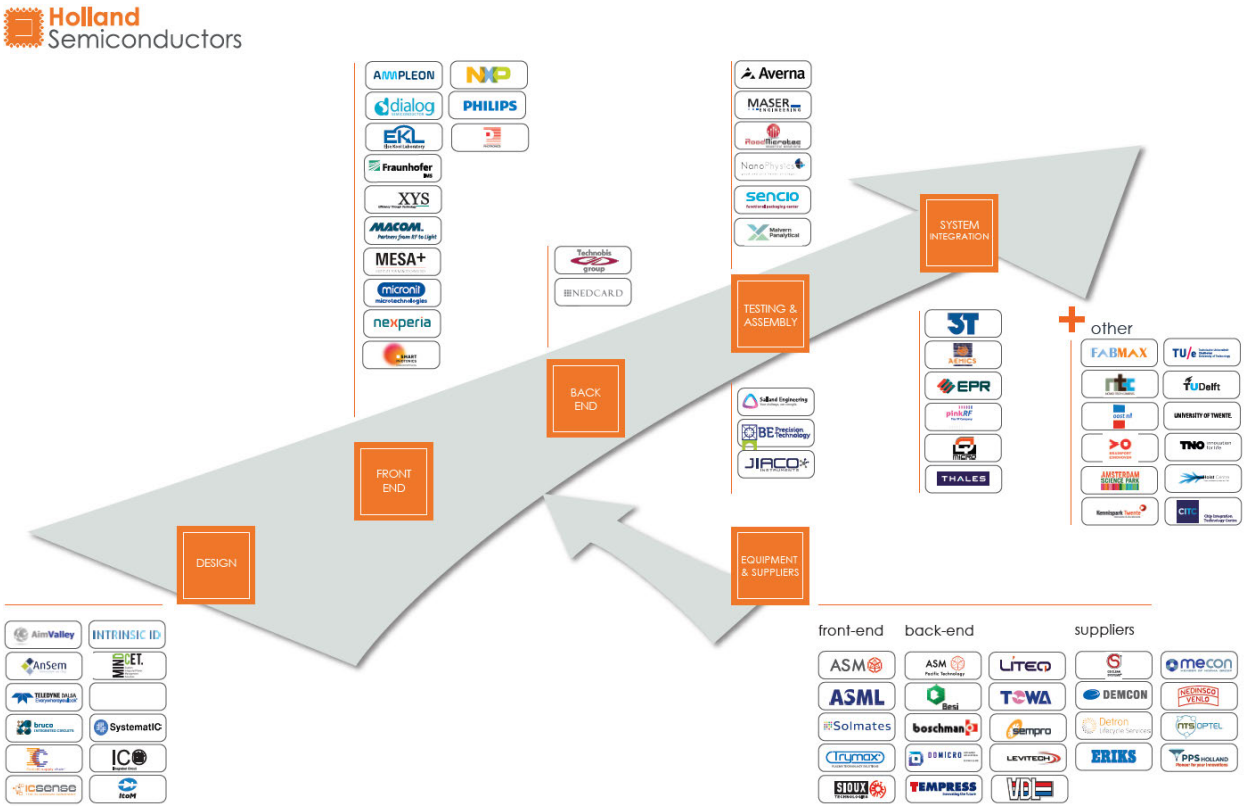
[7] Bron: Holland Semiconductors

[8] KPMG, Swot analyse strategische waardeketens.

[9] Original Equipment Manufacturer, bedrijven die onder eigen merknaam complete machines en apparaten op de markt brengen

[10] Original Module Manufacturers, Modules van eindproducten (OEM's) die onder eigen naam vermarkt worden, zie https://www.linkmagazine.nl/toeleverancier-moet-verdienmodel-aanscherpen-biedt-of-innovatie-of-verbeteren-aan/

weer een beroep op leveranciers van onderdelen, materialen en halffabricaten (2nd tier toeleveranciers). Innovatie vindt nadrukkelijk plaats in samenwerking tussen OEM's, OMM's, overige toeleveranciers en kennispartners. De mate van gemeenschappelijke innovatie verschilt afhankelijk van de levensfase van het product dat ontwikkeld en gemaakt moet worden. In de (vroege) R&D fase is samenwerking tussen OEM, OMM en kennispartners erg belangrijk. Samenwerking tussen bedrijven wordt belangrijker naarmate een product verder in de ontwikkeling zit.[11] Het belang van deze toeleveranciers voor de Nederlandse economie is duidelijk zichtbaar in cijfers van de structuur van onze economie. In vergelijking met omringende landen zoals het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, kent Nederland ook een relatief groot aantal MKB in de industrie, die ook zorgen voor een relatief groot deel van de toegevoegde waarde.[12]



Figuur 1 De Nederlandse semicon waardeketen. Bron: CITC

Door de sterke groei van de semicon industrie werken veel toeleveranciers voor een aanzienlijk deel voor een select aantal grote OEM's.[13] Omdat de machines zo complex zijn en de belangen groot, kennen deze OEM's een sterke focus, specialisatie en technologisch leiderschap binnen die specifieke propositie. Deze focus maakt veel van de huidige OEM's beperkter in het ontwikkelen van nieuwe

[11] ABN Amro, 2019. Machinebouw en toeleverancier; een gespannen huwelijk.

[12] Entrepreneurship at a Glance 2017 | en | OECD

[13] Toekomst van de hightech maakindustrie van Brainport. Resultaten interviewronde en deskresearch, in opdracht van Rabobank, Eindhoven, 2020.

waardeproposities of toepassingen die gebruik maken van dezelfde hoogwaardige kennis en ervaring van relevante sleuteltechnologieën.

Echter, de OMM's en andere hoogwaardige toeleveranciers hebben óók verregaande kennis en ervaring met betrekking tot deze relevante sleuteltechnologieën. Zij bedienen daarmee vaak al meerdere markten zoals semicon, medtech, defensie en aerospace. Door deze bredere focus is het voor hen haalbaar en strategisch interessant om door te groeien tot OEM's of OMM's. Voor hen is een dergelijke ontwikkeling aantrekkelijk omdat deze kan bijdragen aan een hogere winstgevendheid.[14,15] Bovendien is er ook vanuit de dominante OEM's een sterke wens dat er meerdere OEM-achtige toeleveranciers ontstaan, enerzijds om risico's in de waardeketen te spreiden en anderzijds om nog hoogwaardigere toeleveranciers te ontwikkelen. Ook bijvoorbeeld (academische) start-ups kunnen een dergelijke rol als nieuwe OEM's of OMM's vervullen: er is een goede basis hiervan in Nederland, maar ook zij ondervinden uitdagingen met opschalen.[16]

De wens van OMM's, toeleveranciers en start-ups om zich door te ontwikkelen tot OEM's en/of OMM's is een van de belangrijke strategische aangrijpingspunten van dit voorstel.

Regionale zwaartepunten

Het Nederlandse hightech semicon equipment ecosysteem kent vier regionale zwaartepunten: de Brainportregio Eindhoven, de regio Nijmegen, de regio Zuid-Holland verbonden aan Delft en de regio Twente.

In de Brainportregio is een uitgebreid en sterk verbonden netwerk van hightech toeleveranciers dat nu werkt met OEM's als ASML, VDL, NXP, Philips Healthcare, etc., maar ook met een groot aantal MKB hieromheen. Verder kent de regio een divers palet aan kennisinstellingen (naast de TU/e ook een divers aantal locaties van bijv. TNO), zijn de private investeringen in R&D bovengemiddeld hoog en zijn er relevante kennisposities op dunne film en nanotechnologie.[17] De inhoudelijke focus in Eindhoven ligt op de semicon industrie en aanverwante sectoren. Het netwerk van toeleveranciers is gericht op 'High Mix, High complexity, Low volume' industriële productie.

De regio Nijmegen kent ook een zwaartepunt op het gebied van semiconductor industrie, met name op gebied van chipintegratie/ geavanceerde chip packaging. Hier is de volledige keten van onderzoek, ontwikkeling en productie op het gebied van semiconductors aanwezig. NXP, Nexperia en Ampleon vormen belangrijke OEM's. De meeste bedrijven zijn gevestigd op de Novio Tech Campus waar ook het in 2019 gestarte Chip Integration Technology Centre (CITC) een belangrijke locatie vormt voor het ontwikkelen van nieuwe toepassingen.

De regio Twente kenmerkt zich door een groot aantal MKB-bedrijven in de maakindustrie zoals Demcon, naast een aantal grote spelers als VDL en Thales. Bovendien heeft Twente met de hightech Universiteit Twente en specifieke onderzoeksinstituten zoals het MESA+ instituut voor nanotechnologie

[14] 'Willen we succesvol blijven, dan moeten toeleveranciers tweede niveau OEM worden' – Bits&Chips (bits-chips.nl)

[15] Nederlandse toeleveranciers op achterstand bij transformatie naar OEM'er - Supply Chain Magazine

[16] Technopolis, 2015. De knelpunten voor doorgroeiende academische start-ups in Nederland.

[17] https://www.stimulus.nl/wp-content/uploads/2020/04/RIS3-Zuid-Nederland-2021-2027-21-april-2020.pdf

een belangrijke kennispositie voor de semicon sector. In algemene zin geldt dat de partijen in het oosten van het land een belangrijke verbondenheid kennen met bedrijven buiten het landsdeel, bijvoorbeeld Noord-Brabant en het Rührgebied/Düsseldorf.[18]

Minder bekend is het grote aantal hightech bedrijven in de maakindustrie In Zuid-Holland. De TU Delft en TNO zijn centrale spelers maar de regio kent ook veel hightechbedrijven in productietechnologie (bijvoorbeeld Siemens, Festo, Priva, Kaak[19]) en in de lucht- en ruimtevaart. Ook in het noorden bevindt zich een onderdeel van het hightech equipment ecosysteem, geconcentreerd rond Drachten, zij het van een andere orde grootte dan de eerdergenoemde ecosystemen.

Internationaal gezien werkt de hightech veel samen met partners uit het buitenland. Dit kan gaan om strategische partners als toeleveranciers (bijvoorbeeld de rol van ZEISS richting ASML[20]), maar ook om andere klanten. In het geval van de semicon waardeketen spelen bijvoorbeeld de chipmakers in Azië een grote rol[21], en de klantrelatie is vaak dermate innig dat strategische partnerschappen met dergelijke partijen worden afgesloten.[22] Er ontstaat vaak een zekere strategische afhankelijkheid.[23] Ook in Europese netwerken is het Nederlands ecosysteem goed vertegenwoordigd.

Het belang van de hightech equipment ecosysteem in cijfers

De Nederlandse economie is vaak gekenmerkt als een diensteneconomie.[24] Net zoals in de ons omringende landen is in de laatste decennia het aandeel van de industrie in de Nederlandse economie afgenomen ten koste van de dienstensector. Van 1995 tot 2017 nam het aandeel van de industrie in de toegevoegde waarde af van 16,9% naar 12,3%.[25] De arbeidsproductiviteit groeide tussen 1996 en 2011 met 2,9% per jaar. De afgelopen jaren is die groei weliswaar teruggevallen tot 1,3% per jaar, maar dat is nog steeds fors hoger dan de groei van de arbeidsproductiviteit in de totale economie, die de laatste jaren maar 0,3% per jaar bedroeg.[26]

[18] Slimme specialisatiestrategie (RIS3) Oost-Nederland 2021-2027, maart 2020

[19] Sectorrapport Industrie provincie Zuid-Holland

[20] Zeiss viert 50-jarig jubileum samen met vaste partner ASML | ASML | ed.nl

[21] ASML sleept grote order van TSMC in de wacht | Computable.nl

[22] Creating great strategic partnerships by design | Strategy& (pwc.com)

[23] ASML-topman verwerpt EU-plan voor eigen fabs | Computable.nl

[24] Het heden en verleden van het Nederlandse verdienvermogen - RaboResearch (rabobank.com)

[25] Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief - Update analyse TNO Topical paper (2015), 15 oktober 2020, Auteur(s) Thijmen van Bree, Marcel de Heide, pagina 26-27

[26] Kamerbrief over de visie op de toekomst van de industrie in Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

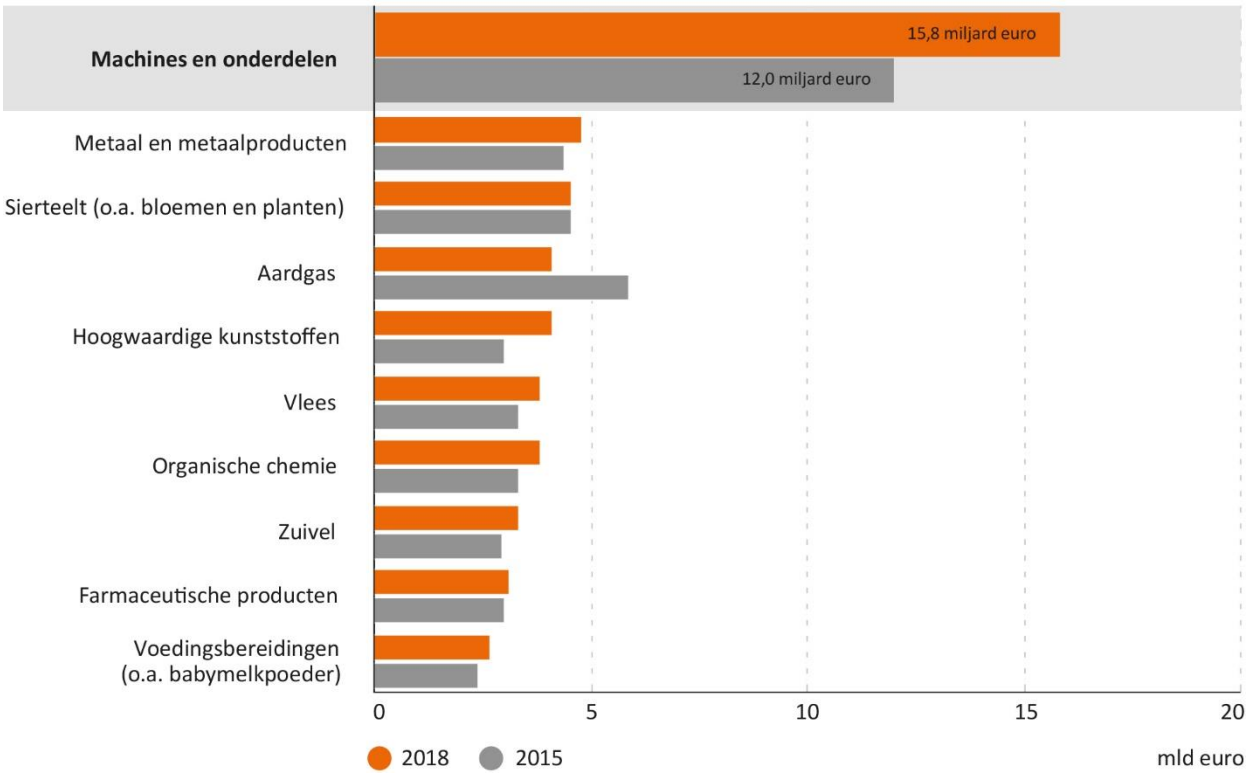
Tabel 1 Bijdrage HTE aan BNP bron CBS, bewerking TNO

SBI-2	HTSM Bedrijfstakken	Toegevoegde waarde		
		Omvang (mln euro)	*Aandeel in NL (%)*	*Groei (%)*
		2019	*2019*	*2013-2019*
22	Rubber- en kunststofproductindustrie	3.154	0,4	2,7
24	Basismetaalindustrie	2.136	0,3	2,9
25	Metaalproductenindustrie	7.703	1,1	1,0
26	Elektrotechnische industrie	4.566	0,6	2,4
27	Elektrische apparatenindustrie	3.191	0,4	3,1
28	Machine-industrie	12.915	1,8	5,4
29	Auto- en aanhangwagenindustrie	2.603	0,4	3,6
30	Overige transportmiddelenindustrie	1.498	0,2	0,3
33	Reparatie en installatie van machines	4.008	0,6	-0,1
62	IT-dienstverlening	20.813	2,9	6,0
71	Architecten-, ingenieursbureaus e.d.	10.619	1,5	2,7
72	Research	2.278	0,3	1,8
	Totaal 'HTSM'	**75.484**	**10,5**	**3,5**
	Totaal economie	**722.150**	**100**	**1,7**

Voor de omvang van hightech equipment kan bijvoorbeeld gekeken worden naar de omvang van de Topsector HTSM.[27] Bijdrage van de HTSM-bedrijfstakken aan het BNP in 2019 is ruwweg 75 miljard euro, zie Tabel 1. De meeste van deze bedrijfstakken kunnen worden toegerekend aan de hightech equipment sector met uitzondering van de laatste drie; IT, ingenieursbureaus en research. Als 30% van deze laatste bedrijfstakken wordt meegerekend komt de directe bijdrage van hightech equipment aan

[27] Afbakening van Monitor topsectoren 2018 (cbs.nl). De Topsector HTSM wordt hier als proxy voor de Hightech equipment industrie gebruikt. Niet alle SBI-codes die onderdeel vormen van deze afbakening kunnen strikt gezien als hightech equipment worden beschouwd, maar omgekeerd vallen sommige SBI-codes ook onder hightech equipment die niet in deze afbakening worden meegenomen. Het is bekend dat afbakening met SBI-codes voor veel uitdagingen zorgt: Het leed dat SBI-code heet: waarom deze ondernemer geen noodsteun krijgt | VNO-NCW.

het BNP op ongeveer 55 miljard euro. Als daarnaast uitgegaan wordt van een extra indirecte bedrijvigheid van 30%[28], die door hightech equipment in andere delen van de economie wordt gegenereerd, leidt dat tot een totale bijdrage van hightech equipment aan de economie van ruwweg 72 miljard euro.



Figuur 2 Top 10 bijdrage aan Nederlandse export (Bron: CBS)

Een andere referentie is om naar de SBI-bedrijfstak “Machines en onderdelen” te kijken, die de kern van de Hightech equipment industrie bevat. De groei in toegevoegde waarde van de machine-industrie was in de periode 1998-2017 ongeveer 4,4%, bovengemiddeld hoog ten opzichte van OECD. Daaruit kan afgeleid worden dat de machine-industrie goed presteert. Deze groei was in de eerste periode (1998-2008) hoger dan in de tweede (2008-2017) nl. 5 respectievelijk 3%. Ook kent Nederland ten opzichte van andere OESO-landen een hoge specialisatie in de machine-industrie.[29] Dat betekent dat de sector door specialisatie ten opzichte van andere landen gunstige voordelen heeft zoals unieke kennis, kunde, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid en vertrouwen.

Topsector HTSM

De hightech equipment sector valt voor een groot deel samen met de topsector HTSM. Deze organisatie, ook bekend onder de naam Holland High Tech, is op nationaal en internationaal niveau een

[28] Inschatting gebaseerd op de gemiddelde CBS GDP multipliers voor directe, indirecte en geïnduceerde effecten van de bedrijfstakken ”Manufacture of electrical equipment” en ”Manufacture of machinery and equipment n.e.c.”

[29] Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief – Update analyse TNO Topical paper (2015), 15 oktober 2020, Auteur(s) Thijmen van Bree, Marcel de Heide.

belangrijke aanjager van het ecosysteem en heeft roadmaps ontwikkeld voor de verschillende sleuteltechnologieën van de sector.

2.2.2 SWOT-analyse

Het Nederlands hightech ecosysteem is een van de belangrijkste groeimotoren voor de Nederlandse economie. Daarmee is zij in staat te concurreren in een internationale context.

Tegelijkertijd liggen er ook uitdagingen en kansen voor het ecosysteem in het verschiet. Onderstaande SWOT-matrix (Tabel 2) is een bewerking van de SWOT-analyse van de semicon waardeketen gemaakt door KPMG en de analyses van StrategyUnit in het kader van een analyse van de Toekomst van de Hightech maakindustrie in Nederland en beschrijft daarmee de sterktes en zwaktes van het Nederlandse hightech equipment systeem in een internationale context.

Tabel 2 SWOT-analyse van Nederlandse hightech equipment ecosysteem. Bron: bewerking van KPMG (2020), SWOT-analyse Strategische waardeketens, in opdracht van Ministerie van Economische zaken en Klimaat. Toevoegingen uit StrategyUnit: Toekomst van de hightech maakindustrie van Brainport (2020) en Bits&Chips.

Sterkten	Zwakten
• Sterk in ketensamenwerking en vorming van ecosystemen (vooral vergeleken met Azië). • Monopolistische positie ASML in EUV lithografie chipmachines. • Sterke kennisbasis in sleuteltechnologieën. • Sterke kennispositie fotonica en productie fotonische chips. • NXP is een sterke speler in de auto-industrie en 5G	• Nederland geeft relatief weinig overheidssteun. • Zwak klimaat voor durfkapitaal (TRL 3-8) • Door sterke focus (o.a. ASML) op kernactiviteit weinig ruimte voor andere kansen. • Effect van bestaande fiscale maatregelen voor innovatie minder dan in Duitsland en Frankrijk.
Kansen	**Bedreigingen**
• Kennis en technologie in huis om verder te groeien in meten/testen (metrologie) • Technologische innovaties voor maatschappelijke ontwikkelingen en uitdagingen: bv autonoom rijden, 5G, powerelectronics voor de energietransitie.[30, 31] • Nieuwe chips met meerdere geïntegreerde functies (heterogenuous integration/advanced packaging)[30] • Productie van fotonische chips • Quantum technologie.	• NL kan alleen marktaandeel verliezen, vooral door commoditisering. • Zeer sterke afhankelijkheid toeleveranciers van ASML (en haar producten/markt). • Geopolitiek (exportbeperkingen en drive voor autonomie in andere landen) • Tekort aan technisch talent met juiste kennis en skills • Blijvende hoge investeringen nodig.

Nederland kent een uniek hightech equipment ecosysteem in vergelijking met andere Europese landen. Samenwerking tussen OEM's, toeleveranciers, contractfabrikanten en kennisinstellingen wordt geroemd, een unieke sterkte geworteld in de anti-hiërarchische cultuur. Hoewel niet uniek aan de

[30] Bits and Chips, sept 2021 Bits&Chips_05_2021_150dpi (citc.org)

[31] Aanvulling uit StrategyUnit (2020) Toekomst van de hightech maakindustrie van Brainport, in opdracht van Rabobank.

equipment sector[32] wordt het binnen de complexe waardeketens van hightech equipment gezien als een unieke asset ten opzichte van Aziatische spelers.[33]

Duidelijk is dat de unieke positie van ASML als wereldspeler in het EUV segment[34] weerslag heeft op de hele Nederlandse economie, naast de rol van andere OEM's als bijvoorbeeld NXP. Nederlandse kennisinstellingen én private partners hebben een sterke kennisbasis in de sleuteltechnologieën die belangrijk zijn voor het hightech equipment ecosysteem[35], en er zijn diverse publiek private kennissamenwerkingen zoals het Holst Centre en de Smart Industry fieldlabs, waar de technische universiteiten intensief samenwerken met bedrijven en kennisinstituten als TNO. Deze kennispositie staat echter wel onder druk, en in recente ranglijsten van bijvoorbeeld wetenschappelijke publicaties zakt Nederland op voor de hightech equipment industrie belangrijke technologieën.[36] KPMG benoemt verder nog dat Nederland op het gebied van fotonica een sterke kennispositie heeft waarmee het minimaal concurrerend is binnen Europa.[37]

Kansen liggen volgens deze analyse voor Nederland om te groeien op het gebied van metrologie, fotonische chips en zelfrijdende auto's. Veel van deze kansen hangen samen met maatschappelijke uitdagingen. StrategyUnit noemt in haar rapport over toekomstkansen voor de Brainport regio bijvoorbeeld kansen op het gebied van energietransitie en duurzaamheid, bijvoorbeeld in relatie tot batterijtechnologie. De rol van de hightech als toeleverancier voor andere industrieën en sectoren voor de oplossing van maatschappelijke uitdagingen komt ook in andere rapporten terug.[38]

Qua zwaktes wordt financiering genoemd, zowel in relatie tot publieke steun als durfkapitaal. Nederland haalt consequent niet haar eigen doelstelling van 2.5% financiering in R&D, maar investeert wel boven het EU-gemiddelde (al ligt het OESO-gemiddelde enkele tiende procentpunten hoger[39]). In algemene zin geldt dat het Nederlands innovatie-instrumentarium vrij generiek van aard is[40], wat consequenties kan hebben voor de effectiviteit van het instrumentarium (CPB identificeert dit risico bijvoorbeeld in het kader van de WBSO). Verder blijven gerichte investeringen in sleuteltechnologieën in internationaal verband achter.[41]

---

[32] Direct and egalitarian: Dutch culture produces proactive flex workers | Page Personnel

[33] Op basis van experts interviews gedaan door KPMG in het kader van de SWOT-analyse strategische waardeketens

[34] A Monopoly in EUV Lithography - ASML Analysis | LinkedIn

[35] https://www.hollandhightech.nl/sites/www.hollandhightech.nl/files/Documenten/Roadmaps/Roadmap-Semiconductor-Manufacturing-Equipment-2020.pdf

[36] Bron: Scimago Journal & Country Rank. Op bijvoorbeeld "Control & Systems Engineering" zakt Nederland van plek 13 in 1996 naar plek 23 in 2020; op "Surfaces, coatings and Films" zakt Nederland van plek 12 in 26 in 2020; op "Nanoscience and technology" van plek 10 in 1996 naar plek 19 in 2020.

[37] https://nationaleagendafotonica.nl/wp-content/uploads/2018/12/Nationale_Agenda_Fotonica_web.pdf

[38] The promise of empowering deep tech: Analysis of Dutch deep tech ecosystems' potential impact to determine winning strategies

[39] R&D-investeringen in internationaal perspectief | Rathenau Instituut

[40] Kansrijk innovatiebeleid - update 2020 (cpb.nl)

[41] Publieke investeringen in sleuteltechnologieën (technopolis-group.com)

Met betrekking tot durfkapitaal is met name het gebrek aan durfkapitaal voor relatief grotere bedragen in de late growth fase (> EUR 10 miljoen) een veelgehoorde zorg.[42] Voor de hightech sector geldt dat slechts enkele private durfkapitalisten hierin actief zijn (met name Innovation Industries en HPE Growth Capital). Ook in de andere groeifasen is het aanbod veel beperkter dan in landen zoals China en de V.S.[43] Als laatste is ook de markt voor venture debt in Europa eigenlijk non-existent vergeleken met de V.S. en het V.K.[44] Mede om deze redenen is ook InvestNL opgericht[45] en wordt gekeken naar de mogelijkheden van een deeptech fund. De specifieke mogelijkheden van private en publieke financiering worden verder besproken in 4.3.3.

Bedreigingen worden gevormd doordat er een risico is dat Nederland (en specifieker OEM's als ASML) slachtoffer wordt van haar eigen succes. KPMG geeft aan dat het goed is als de industrie blijft nadenken over innovaties die kunnen leiden tot nieuwe producten en industriële activiteiten. Geopolitieke spanningen bieden ook uitdagingen voor een open economie als Nederland, waar juist de machines en machine-activiteiten de hoogste toegevoegde waarde in de export leveren.[46] Tevens kunnen exportbeperkingen juist een extra impuls geven voor andere landen om hun eigen industrie te ontwikkelen, wat ten koste kan gaan van de concurrentie van Nederland.

Er zitten verder grote uitdagingen op het gebied van het verkrijgen van voldoende technisch geschoold personeel. Deze wordt verder besproken in 3.1.3.4. Hieraan gerelateerd, hoewel niet expliciet genoemd in de onderzoeken van KPMG en StrategyUnit, zijn er enorme uitdagingen bij met name de toeleverende maakbedrijven om productieprocessen te digitaliseren en daarmee kosteneffectief te kunnen blijven concurreren met het buitenland.[47,48] Om deze uitdagingen het hoofd te bieden is in 2014, onder leiding van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, gestart met het programmabureau Smart Industry.[49]

2.2.3 Nieuwe kansen, nieuwe uitdagingen

Het is duidelijk dat het sterke ecosysteem wat we in Nederland hebben gebouwd geen gegeven is. Ook is het evident dat naast het blijvend belang van het krachtige semicon ecosysteem van Nederland, diversifiëren richting nieuwe toepassingen kansen gaat bieden voor de toeleverende- en machine-industrie. Een goed ankerpunt wordt hierbij geboden door het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid, waarmee in 2019 een kentering is ingezet van het meer sectorale innovatiebeleid naar innoveren op missies door het bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheden verenigd in het kennis- en innovatieconvenant. Er zijn in totaal 25 missies geformuleerd die vragen om publiek-private

[42] Bottlenecks voor deeptech scale-ups in de Klimaat & Energietransitie. Eindverslag stuurgroep Scale-up Financiering9november 2020

[43] Zonder durfkapitaal blijft Nederland de bezemwagen (fd.nl)

[44] EIB Advisory en InnovFin Advisory, 'Financing the Deep Tech Revolution: How investors assess risks in Key Enabling Technologies (KETs), Maart 2018

[45] https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/35123_machtigingswet_oprichting

[46] Hoogste exportverdiensten dankzij machines (cbs.nl)

[47] Maakindustrie - PwC

[48] Naar een toekomstbestendige maakindustrie - RaboResearch (rabobank.com)

[49] Team, stuurgroep en forum (smartindustry.nl)

samenwerking, waarin de Nederlandse hightech equipment industrie uitstekend gepositioneerd is om waar nodig hightech oplossingen te leveren voor de geschetste uitdagingen. Dit is een belangrijk uitgangspunt van het NXTGEN HIGHTECH programma. Dit programma ziet in maatschappelijke uitdagingen en economisch verdienvermogen twee kanten van dezelfde medaille: door te werken aan de oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen waar we vandaag en morgen voor staan, realiseren we het verdienvermogen van de toekomst. Dat de industrie een belangrijke rol speelt in het realiseren van de maatschappelijke uitdagingen, erkent ook het kabinet.[50]

Hieronder illustreren we aan de hand van een aantal voorbeelden hoe hightech equipment oplossingen kan bieden aan maatschappelijke uitdagingen en missies. De genoemde oplossingen zijn terug te vinden in de genoemde individuele projectvoorstellen (niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel) en ook in de effectenanalyse (hoofdstuk 5) zijn de maatschappelijke effecten nader uitgewerkt met enkele voorbeelden.

Tabel 3 Voorbeelden van hoe hightech equipment kan bijdragen aan maatschappelijke uitdagingen en missies

Thema	Missie	NXTGEN HIGHTECH oplossing
Energietransitie en Duurzaamheid	Een volledig CO_2-vrij elektriciteits-systeem in 2050	**Projectvoorstel Energie 08: Derde-generatie electrolyser** Om de gewenste CO_2 doelen te bereiken wordt grootschalig ingezet op waterstof, nader uitgewerkt in het klimaatakkoord. Technologieën (PEM en Alkaline) om waterstof op te wekken worden echter nog volop doorontwikkeld en dat is ook noodzakelijk, omdat electrolyse een hoge kostprijs kent[51], m.n. wanneer het groene waterstof betreft.[52] Het investeren in de ontwikkeling van nieuwe waterstofstack(onderdelen) draagt daarbij bij aan een volledig CO_2 elektriciteitssysteem, doordat het waterstof als energiedrager commercieel mogelijk maakt.
Landbouw Water Voedsel	In 2050 is het systeem van landbouw en natuur netto klimaatneutraal (gedeelde missie met het thema Energietransitie en Duurzaamheid)	**Handsfree Voedsel Produceren (bijv. projectvoorstel Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw)** Agrifood speelt een cruciale rol in de uitputting van bronnen als bodem, water, brandstoffen en nutriënten als fosfaat en genereert veel impact op het klimaat door emissies en chemische gewasbeschermingsmiddelen.[53] Zo is de agricultuur op dit moment verantwoordelijk voor 26% van de wereldwijde emissie van CO_2.[54] Met name op de middellange termijn zijn er veel kansen voor technologische oplossingen die zorgen voor efficiënter gebruik van bodem en grondstoffen[55], door handelingen te automatiseren en te richten op de best mogelijke uitkomsten o.b.v. data is een grote

[50] Kamerbrief over de visie op de toekomst van de industrie in Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

[51] FME-TNO Samenvatting rapport water elektrolysers productie in NL_DEF_1.pdf

[52] Kostenaspecten van waterstof - H2Platform (opwegmetwaterstof.nl)

[53] The future of food and agriculture – trends and challenges - http://www.fao.org/3/i6030e/i6030e.pdf http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf

[54] Megatrends in the agri-food sector: global overview and possible policy response from an EU perspective - https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629205/IPOL_STU(2019)629205_EN.pdf

[55] Reducing agriculture emissions through improved farming practices | McKinsey

Thema	Missie	NXTGEN HIGHTECH oplossing
		winst te behalen.[56] Het sluit daarbij specifiek aan bij de missie duurzame handsfree voedselproductie.
Gezondheid en Zorg	In 2040 leven Nederlanders tenminste vijf jaar langer in goede gezondheid, en zijn de gezondheids-verschillen tussen de laagste en hoogste sociaal-economische groepen met 30% afgenomen.	**Projectvoorstel Biomed 03: Organ-on-Chip** Om de behandeling van ziekten te verbeteren is een gepersonaliseerde aanpak cruciaal, met name voor chronische en complexe ziekten. Patiënt-eigen Organ-on-Chip toepassingen maken gepersonaliseerde therapieën mogelijk.[57] Daarnaast kunnen deze technologieën ook de kosten van R&D van medicijnontwikkeling drukken[58] en de afhankelijkheid van proefdieronderzoek verminderen[59], zodat iedereen toegang heeft tot betaalbare zorg zonder ethische barrières. Daarom sluiten zij naadloos aan op de hoofdmissie van Gezondheid & Zorg.[60]
Veiligheid	In 2030 heeft Nederland een operationeel inzetbare ruimtevaartcapaciteit voor defensie en veiligheid.	**Alle projectvoorstellen in Laser Satcom** Naast inherente veilige communicatie (deelprogramma 4) zijn de technologieën voor laser communicatie ook inzetbaar voor laser ranging (deelprogramma 1) en situational awareness (deelprogramma 2). Er is specifiek sterke aansluiting bij deelprogramma 4, Laser Satcom is altijd veiliger dan radio. De laser bundel en ontvanger zijn zeer gericht, niet alleen is de communicatie daardoor moeilijk te verstoren ('jamming'), maar het signaal is ook moeilijk af te tappen. Hiernaast is het mogelijk om kwantum sleutels te versturen, waarbij onopgemerkt 'afluisteren' niet mogelijk is. Deze sleutels zijn bovendien zeer lastig te kraken is door een quantum computer (zoals huidige encryptie zeer lastig te kraken is voor een normale computer).

De kern van NXTGEN HIGHTECH wordt daarmee gevormd door machinebouwers, toeleveranciers en kennispartners, die op basis van excellente kennis van technologieën complexe equipment weten te realiseren voor deze maatschappelijke uitdagingen.

Bij deze maatschappelijke uitdagingen horen (gedeeltelijk) nieuwe waardeketens.[61] Het doel van het NXTGEN HIGHTECH programma is om control points in deze waardeketen te realiseren. Control points zijn producten, diensten of oplossingen in de waardeketen waar andere spelers niet omheen kunnen.[62] Een goed voorbeeld van zo'n control point is de EUV machine van ASML. Deze machine geeft ASML in

[56] The Positive Effects of Farming Automation (roboticsandautomationnews.com)

[57] Personalised organs-on-chips: functional testing for precision medicine - PubMed (nih.gov)

[58] Impact of organ-on-a-chip technology on pharmaceutical R&D costs - ScienceDirect

[59] Organ chips, organoids and the animal testing conundrum | Nature Reviews Materials

[60] Gezondheid & Zorg. Kennis- en Innovatieagenda 2020-2023 (health-holland.com)

[61] Er wordt voortgebouwd op bestaande netwerken en ketens, dus niet de gehele waardeketen van grondstoffabrikant – recycling is nieuw.

[62] New age, new control points? - STL Partners

het EUV-segment dominantie op de high-end chipsmarkt. Maar het is ook mogelijk om in regionale ketens een control point positie te verwerven, bijvoorbeeld in de lokale markt voor electrolyser stacks.[63] Het maakt voor een control point ook niet uit welke positie een speler heeft in de waardeketen: als OEM, OMM, toeleverancier of zelfs als grondstoffenproducent.

2.2.4 De rol van de overheid bij de nieuwe hightech waardeketens

Er liggen kansen voor het ontwikkelen van de nieuwe waardeketens in het hightech equipment ecosysteem. Maar deze waardeketens komen niet vanzelf van de grond, en vragen een interventie vanuit de overheid. Frenken en Hekkert omschrijven drie vormen van falen, die vragen om actief innovatiebeleid vanuit de overheid[64]:

- **Marktfalen**, het suboptimaal functioneren van de markt door informatie-asymmetrie, angst voor kennis-spillovers, externe effecten en overmatig gebruik van natuurlijke hulpbronnen;
- **Systeemfalen**, het suboptimaal functioneren van het kennis- en innovatiesysteem, door gebrekkige fysieke en kennisinfrastructuur, verouderde regelgeving en maatschappelijke normen, gefragmenteerde netwerken en gebrek aan de juiste kennis en competenties;
- **Transformatiefalen,** gebrek aan richtinggevende visie, gebrekkige vraagarticulatie, gebrekkige beleidscoördinatie, gebrek aan reflexiviteit en leervermogen en gebrek aan urgentie.

Voor het hightech equipment ecosysteem is er sprake van **marktfalen.** Veel van de relevante markten (m.n. de energiemarkt, de markt voor biomedische productietechnologie) zijn nog in ontwikkeling en met name de precieze technologische oplossingen die uiteindelijk als “winnende” oplossingen uit de boeken komen zijn vaak nog niet bekend.[65] De toeleveranciers die willen diversifiëren, hebben vaak te weinig kapitaal om dit te doen (zie 2.2.1). Voor investeerders zijn de risico’s vaak te groot gedurende de eerste stappen in technologieontwikkeling voor nieuwe markten.[66,67] Dit wordt ook goed geïllustreerd aan de hand van de rol van de overheid bij de totstandkoming van ASML, zie onderstaande tekstbox. Zoals eerder aangegeven is het aanbod aan beschikbaar kapitaal voor met name late tickets (investeringsmiddelen) voor deep tech bedrijven in Nederland zeer beperkt. Ondersteuning met publieke middelen kan daar een belangrijke rol bij spelen, aanpalend aan reeds bestaande ontwikkelingen zoals het Deep Tech Fund. Ook is er sprake van marktfalen omdat in een aantal domeinen (o.a. composieten, agrifood) veel kleine MKB’ers actief zijn met beperkt investeringskapitaal. Deze bedrijven dreigen de benodigde investeringen voor de transities niet alleen te kunnen opbrengen.

[63] McKinsey Hydrogen perspective, discussion document June 2021

[64] Innovatiebeleid in tijden van maatschappelijke uitdagingen - Me Judice

[65] Bijv. bij electrolysers: FME-TNO Samenvatting rapport water elektrolysers productie in NL_DEF_1.pdf

[66] StrategyUnit (2020) Toekomst van de hightech maakindustrie van Brainport, in opdracht van Rabobank

[67] Kabinet en Invest-NL willen samen half miljard investeren in groeibedrijven | Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl

ASML is in 1984 ontstaan uit een samenwerking tussen Philips en chipmachinefabrikant ASMI om de technologie van de lithografische waferstepper naar de markt te brengen. ASML groeide snel van 100 medewerkers in 1985 tot ruim 600 in 1990, al bleef haar financiële positie lang wankel en erg afhankelijk van zowel Philips als Den Haag en Brussel. Vanaf 1993 begon het aan een gestage opmars samen met de opkomende chipindustrie in Taiwan en Korea. In 1995 ging ASML naar de beurs en vanaf 2004 is zij wereldmarktleider.

De huidige dominantie van ASML werd versterkt met iedere complexere generatie systemen. Door een serieuze inzet op technologisch én organisatorisch leiderschap zijn ze in staat om technologisch steeds verder op de concurrentie vooruit te lopen. Inmiddels is ASML de enige leverancier wereldwijd die EUV lithografie systemen kan leveren voor de snelste en krachtigste chips.

Echter, zonder hulp van de Nederlandse en Europese overheid was dit niet mogelijk geweest. Tussen 1988 (eerste jaarverslag) en 2004 (moment van marktleiderschap) werd gemiddeld +28% van de R&D uitgaven van ASML gefinancierd met publieke middelen, een som van in totaal +€248 mln. Met een piek van tussen de 75%-80% in 1989 en 1990 om ASML's succesvolle PAS5500 machine mogelijk te maken en een stevige duw rond de 20% eind jaren '90. Deze was inzet gericht op het onderzoeken in PPS verband van de haalbaarheid van EUV maar ook voor onderzoek naar alternatieve technologieën die optische lithografie mogelijk konden vervangen. Regelingen waar gebruik van is gemaakt bevatten onder andere ESPRIT, JESSI, TOK (Technologisch Ontwikkel Krediet), WBSO, EUVLLC, EUCLIDES, MEDEA+ en More-Moore.

Bron: Jaarverslagen ASML 1988 - 2004, interview met Gjalt Smit

Er is sprake van **systeemfalen**. Hightech equipment bedrijven dienen hun weg te vinden in nieuwe waardeketens. Daarvoor is samenwerking in innovatieprojecten noodzakelijk tussen diverse partijen binnen én buiten de hightech sector.[68] Deze samenwerking komt niet altijd natuurlijkerwijs tot stand. Het kan zijn dat bepaalde actoren binnen het innovatie ecosysteem afwezig zijn of dat bepaalde voor innovatie noodzakelijke samenwerkingen of interacties ontbreken. Dit heeft onder andere te maken met gebrekkige fysieke en kennisinfrastructuur en gefragmenteerde netwerken.

Er is sprake van **transformatiefalen**. Volgens Frenken en Hekkert is tijdens het innovatieproces een duidelijke visie die de verwachtingen van bedrijven en eventueel beleid samenbrengt en tevens inspeelt op de primaire vraag vanuit de maatschappij van belang. Adoptie en acceptatie van eindgebruikers is van belang om een nieuw systeem of een nieuwe techniek te laten slagen. Verder is reflexief en leervermogen en daarmee tijdelijke sturing van belang om open te staan voor nieuwe ontwikkelingen, partijen alsook om minder kansrijke innovaties te laten gaan. Dit vergt een transformatie in de markt,

[68] Zie hiervoor ook bijgaande bron. Janssen en Frencken geven aan dat er verscheidene beleidsinterventies mogelijk zijn om het ontstaan van nieuwe groeipaden te faciliteren. Janssen, M.J.J. and K. Frenken (2019). Cross-specialisation policy: rationales and options for linking unrelated industries. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 2019, 12, 195–212

die zonder politieke kaders niet zal slagen. Dit is relevant voor het NXTGEN HIGHTECH programma, gezien specifiek op de kansen van maatschappelijke uitdagingen wordt ingespeeld.

Een laatste reden voor de overheid om te interveniëren, is dat in de ontwikkeling van het denken rondom economisch beleid van Nederland en de Europese Unie het concept van strategische autonomie een steeds belangrijker rol speelt.[69,70] Oorspronkelijk vooral gelinkt aan defensie en de defensie-industrie, wordt het begrip nu breder geïnterpreteerd als strategische autonomie op het gebied van economisch, digitaal, industrieel, gezondheids- en monetair beleid. Strategische autonomie betekent niet zozeer een isolement of een gehele terugtrekking, als wel het rekalibreren van onze open economie[71], waarbij de openheid grotendeels bewaard blijft maar wordt aangevuld met het innemen van strategische posities langs kritieke waardeketens om zo wederzijdse en gelijkwaardige afhankelijkheid te creëren, zoals bijvoorbeeld ook duidelijk zichtbaar is in de positie van ASML binnen de chip-industrie.[72]

Het voorbeeld van ASML maakt de kansen van een actieve, investerende overheid duidelijk. Een passieve overheid kent omgekeerd ook risico's. Zie hieronder het voorbeeld van de zonnecelindustrie.

Photovoltaïsche (PV) zonnepanelen zijn aanvankelijk uitgevonden in de VS in 1954 in Bell labs, min of meer als spin-off van de semiconductor ontwikkelingen aldaar.[73] In 1960 en 1970 leidde de V.S. de ontwikkeling van deze technologie, met een verdere impuls door de oliecrisis van de jaren 70. In 1990 ontstond echte commercialisatie van de technologie met ook Japan en Duitsland die met substantiële R&D investeringen en business activiteit de markt betraden. In 2000 leidden zorgen om het klimaat en instabiliteit in het Midden-Oosten tot verdere populariteit van de zonnepanelen. De geschiedenis van de productie van PV zonnepanelen in Nederland laat zien hoe moeilijk het kan zijn een hoogtechnologische waardeketen in de maakindustrie, gericht op duurzaamheid, op te bouwen en vast te houden. Private en publieke inspanningen moeten daarin samenwerken. Nederland kende een goed start in de Jaren '70 met technologieontwikkeling voor PV en snel ook met productie van panelen. Die voorsprong is sinds 2005 echter verspeeld door weifelend overheidsbeleid met weinig aandacht voor de toepassing van PV, aarzelingen bij de bedrijven, en daarnaast de snelle opkomst van PV en investeringen in eerst Duitsland en later China.[74] In 2005 besloot de Chinese overheid om alternatieve energie en zonne-energie specifiek te targeten als een strategisch groeigebied voor China. Hierdoor zijn miljoenen in de Chinese economie gepompt. Een studie uit 2011 gaf aan dat Chinese bedrijven in de zonne-energie bedrijfstak gemiddeld een winstmarge van –40% hadden. De Chinese overheid

---

[69] https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690532/EPRS_BRI(2021)690532_EN.pdf

[70] https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2021/03/25/spain-netherlands-non-paper-on-strategic-autonomy-while-preserving-an-open-economy

[71] https://www.iss.europa.eu/content/sovereignty-over-supply

[72] Chipmaker CEO says Washington's anti-China tech blockade is a bad idea – POLITICO

[73] This Month in Physics History (aps.org)

[74] Understanding innovation system build up: The rise and fall of the Dutch PV Innovation System Simona O. Negro, Véronique Vasseur, Wilfried G.J.H.M. van Sark and Marko P. Hekkert; https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/41772. How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis Ping Huang, Simona O.Negro, Marko P. Hekkert, Kexin Bi;; How China became a leader in solar PV: An innovation system analysis - ScienceDirect

compenseerde echter met gigantische leningen, en waar China in 2003 nog slechts 2% van de zonnepanelen wereldwijd produceerde, was dat gestegen naar 60% in 2011. Dit leidde tot een massief vertrek van bedrijven uit de industrie - “in de VS was 10 miljard investeringen verloren en gingen meer dan 100 bedrijven failliet”, aldus Frank van Mierlo, een van de weinige overgebleven CEO's uit de oorspronkelijke Amerikaanse industrie.[75] Tegenwoordig wordt ongeveer 80% van de zonnecellen in China gefabriceerd.[76,77] Mogelijk dat er een omslagpunt komt ten faveure van Europese zonnecelproductie: vanwege de sterk gereduceerde kosten van zonnepaneelproductie lijken transportkosten een groter deel van de prijs gaan te bepalen, wat in ieder geval local-to-local productie van zonnepanelen in de hand lijkt te werken.[78] Minstens zo belangrijk zijn ook ESG zorgen, bijvoorbeeld ten aanzien van de werkomstandigheden[79], als wel de schoonheid van het productieproces.[80] Ook Nederlandse bedrijven lijken zich hier meer in te mengen.[81,82]

2.2.5 Naar een programmatische aanpak

Duidelijk is dat het hightech equipment ecosysteem een cruciale pijler is onder de Nederlandse economie, geworteld door heel Nederland, met een grote toegevoegde waarde en exportvermogen. Het ecosysteem bestaat uit diverse spelers, eindbedrijven en toeleveranciers, die nauw samenwerken op excellente kennis en kunde op het gebied van sleuteltechnologieën. Het ecosysteem is krachtig, maar kent ook enkele uitdagingen. Met name het realiseren van voldoende investeringsmiddelen is noodzakelijk zodat nieuwe OEM en OMM posities kunnen worden opgebouwd, want er liggen kansen voor het uitbouwen van nieuwe marktposities, aansluitend bij de maatschappelijke uitdagingen. Deze richting sluit ook aan bij overheidsbeleid. Een rol van de nationale overheid is ook noodzakelijk; ervaring vanuit het verleden leert dat bij het opbouwen van dergelijke ketens deze rol niet alleen door private partijen ingevuld kan worden. Het risico van dit niet doen, is dat op termijn hele industrieën elders kunnen vestigen, zoals met de zonnecellenindustrie is gebeurd.

Deze probleemanalyse, reeds uiteengezet in de voorgaande paragrafen, is hieronder nogmaals in een impact pathway geplot. In de blauwe blokken wordt aangetoond hoe deze probleemanalyse en beoogde impact aansluit bij de probleemstelling en beoogde impact van het Nationaal Groeifonds. Aan de linkerzijde van de figuur wordt betoogd dat duurzaam verdienvermogen voor het hightech equipment ecosysteem onder druk staat vanwege afhankelijkheid van nieuwe OEM’s en OMM’s en de kennispositie. Deze nieuwe OEM’s en OMM’s komen onvoldoende autonoom tot stand, en ook de

[75] Reclaiming the US Solar Supply Chain from China - Coalition For A Prosperous America

[76] How China’s Solar Industry Is Set Up To Be The New Green OPEC (forbes.com)

[77] China's solar glass shortage to drag on panel output into 2021 | Reuters

[78] Why solar cell production has resumed in Europe | en:former (en-former.com)

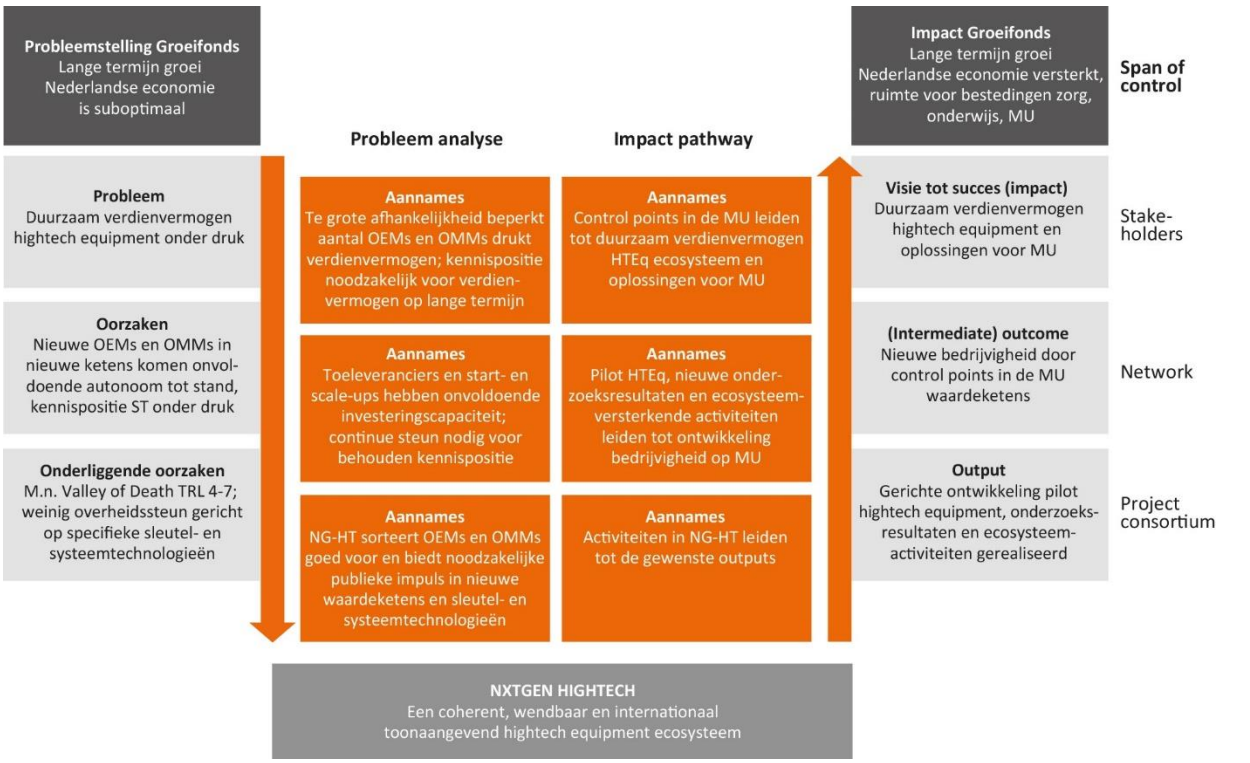
[79] China uses Uyghur forced labour to make solar panels, says report - BBC News

[80] Those cheap Chinese solar panels have a dirty little secret | Grist

[81] Zaanse fabriek begint Nederlandse massaproductie van zonnepanelen | Trouw

[82] Europese productie zonnecellen terug van weggeweest | Technisch Weekblad

kennispositie van Nederland staat onder druk. Dit vraagt gerichte investeringen om hightech equipment toepassingen over de Valley of Death heen te halen enerzijds, en een impuls op de systeem- en sleuteltechnologieën anderzijds. De aanpak die wij voorstellen, leidt aan de rechterkant tot de gewenste output ((pilot) hightech equipment, onderzoeksresultaten en ecosysteemactiviteiten), de gewenste outcome (nieuwe bedrijvigheid en control points) en uiteindelijk tot de gewenste impact: duurzaam verdienvermogen en oplossingen voor de maatschappelijke uitdagingen. Dit impact pathway model geeft de rode draad van de probleemanalyse en gewenste resultaten weer; de uitgebreidere Theory of Change in 5.2 laat in meer detail zien hoe de programma investeringen uiteindelijk toewerken tot de gewenste impact.



Figuur 3 Impact Pathway NXTGEN HIGHTECH

Om deze uitdagen én kansen aan te gaan, stellen wij NXTGEN HIGHTECH voor. Een programmatische aanpak voor de hightech equipment industrie, die zich richten op het versterken van het lange termijn verdienvermogen van de Nederlandse economie, het stimuleren van een hightech equipment ecosysteem en tegelijkertijd het ontwikkelen van duurzame, gezonde en digitale oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen.

Het NXTGEN HIGHTECH programma bestaat uit 3 belangrijke pijlers (Figuur 4):

- De toepassingspijler, waarin nieuwe hightech equipment toepassingen worden gerealiseerd (en daarmee dus nieuwe OEM's, OMM's en control points in de nieuwe waardeketens)
- De verdiepingspijler, waarin de technologiebasis wordt verstevigd

- De ecosysteempijler, waar we middels gerichte interventies het gehele hightech equipment ecosysteem versterken



Figuur 4 Drie pijlers van het NXTGEN HIGHTECH programma: toepassingspijler, verdiepingspijlen en ecosysteempijler

Een nadere uitwerking van de pijlers op hoofdlijnen volgt in 2.4 en in meer detail in hoofdstuk 3 per pijler.

2.3 Doelstelling

Dit voorstel formuleert doelstellingen voor het overkoepelende programma, als wel voor de drie individuele pijlers: de toepassingspijler, de verdiepingspijler en de ecosysteempijler.

Het doel van NXTGEN HIGHTECH is het realiseren van een **coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem**. Het ecosysteem is coherent, doordat middels de toepassingsprogramma's en verdiepingsprogramma's samenwerking wordt gerealiseerd tussen de hightech equipment spelers én spelers uit andere domeinen op nieuwe toepassingen. Het ecosysteem is wendbaar, doordat middels brede diversificatie op verschillende toepassingen te veel afhankelijkheid van een of een beperkt aantal OEM's of eindklanten wordt voorkomen. Het ecosysteem is internationaal toonaangevend, doordat de extra impuls ervoor zorgt dat Nederland een belangrijke rol blijft spelen in Europese waardeketens, ook in wetenschappelijke zin, en met Europa een internationaal toonaangevend ecosysteem realiseert.

Dit programma koppelt aan de doelstellingen van de programma KPI's. Het programma werkt met twee soorten KPI's; KPI's die fungeren als indicator en KPI's waaraan een streefwaarde wordt toegekend die over de tijd behaald moet worden zoals aantallen patenten en publicaties. Meer uitleg, de volledige lijst KPI's en onderbouwing voor de totstandkoming ervan is beschreven in paragraaf 3.1.5. Voor de doelstellingen van het programma en de pijlers neemt het programma streefwaardes op. Als

bijbehorende Key Performance Indicator (KPI) beogen we met dit programma in 2040 € 11 - 16 miljard extra bbp bijdrage per jaar te realiseren door de het NXTGEN HIGHTECH programma betrokken consortia ten gevolge van de programma-investeringen. Op het niveau van het programma nemen we geen expliciete KPI en streefwaarde op de maatschappelijke uitdagingen op, maar we blijven de maatschappelijke relevantie wel monitoren gedurende het programma.

Toepassingspijler - Realiseren van nieuwe hightech equipment toepassingen

Het doel van het toepassingsprogramma is de kennis en kunde van het hightech equipment ecosysteem versterken in nieuwe toepassingen, gebaseerd op de grote marktkansen én de maatschappelijke uitdagingen van nu en de toekomst. Het toepassingsprogramma bestaat zowel uit nieuwe bedrijvigheid bij nieuwe spelers als nieuwe bedrijvigheid bij bestaande spelers (zie 3.1.6). Middels de projecten in de toepassingsprogramma's worden de bedrijven gesteund om de Valley of Death te overwinnen. De verwachting is dat na afronding van het programma de gerealiseerde pilot equipment in de projecten snel leidt tot winstgevende bedrijvigheid.

Verdiepingspijler - Versterken technologie basis

Nederlandse onderzoekers behoren tot de (sub)top in hun respectievelijke velden. Zoals toegelicht in de SWOT-analyse in 2.2.2. is deze positie echter niet vanzelfsprekend. Doormiddel van een gerichte inzet op enkele van de kern- en systeemtechnologieën (zie toelichting in 2.4.1.2.) die de basis vormen voor het programma, versterken we de Nederlandse technologische positie tot een relatieve nummer 5 positie op de sleuteltechnologieën relevant voor het programma. De versterking van de Nederlandse technologische positie meten we door een dito toename van het aantal patenten en publicaties.

Ecosysteempijler – Gerichte interventies voor versterken van het ecosysteem

Het doel van deze pijler is niet zozeer om een *nieuw* ecosysteem te ontwikkelen maar om het bestaande hightech equipment ecosysteem gericht te versterken en te verbreden. De belangrijkste uitdaging is om het ‘core’ hightech equipment ecosysteem te verbinden met de ecosystemen van de verschillende toepassingsgebieden. Daardoor maakt deze pijler het mogelijk bestaande expertise te valoriseren naar nieuwe applicaties en waardeketens. In deze pijler ondernemen we enkele gerichte acties langs 6 lijnen. Deze lijnen zijn een selectie van de 10 belangrijkste uitdagingen die door Dialogic ten behoeve van de ecosysteembenadering van het kabinet zijn geïdentificeerd. Deze lijnen zijn daarmee faciliterend aan het sterke ecosysteem als hoofddoel en complementair aan de activiteiten die we ontplooien in de toepassingsprogramma’s en de verdiepingsprogramma’s.

In onderstaande tabel staan nogmaals de doelstellingen van het programma en bijbehorende KPI's voor fase 1 en fase 2 toegelicht. De uitleg van deze fasering is te vinden in 3.1.4.

Tabel 4 Doelstellingen en bijbehorende KPI's per pijler

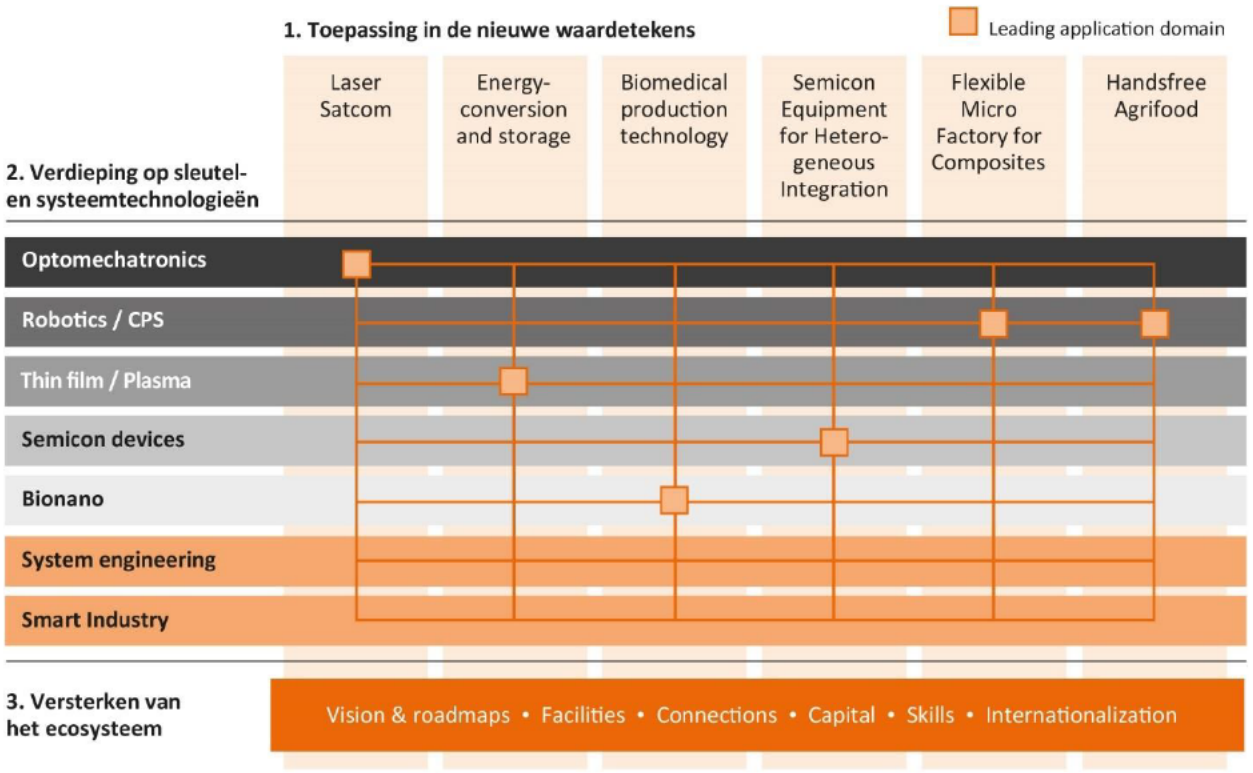
Programma / pijler	Doelstelling	KPI's Fase 1	KPI's Fase 2
Overkoepelende programma-doelstelling	Brede welvaart door een coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem in Nederland.	1,7 Miljard extra revenuen in 2025 bij de bij NXTGEN HIGHTECH betrokken consortia ten gevolge van de programma-investeringen.	11-16 miljard/jaar extra bbp-bijdrage in 2040 bij de, bij NXTGEN HIGHTECH betrokken consortia ten gevolge van de programma-investeringen.
1. Toepassingsprogramma's → Realiseren van nieuwe toepassingen	Faciliteren van succesvolle nieuwe OEM's én succesvolle nieuwe equipment-toepassingen.	Fase 1 van alle toepassingsprojecten afgerond middels een stage gate model	Fase 2 van alle toepassingsprojecten afgerond middels een stage gate model, 10 winstgevende OEM's/OMM's, 5 winstgevende equipment-toepassingen bij bestaande OEM's/bedrijven
2. Verdiepings-programma's → Versterken wetenschappelijk fundament	Nummer 5 wetenschappelijke positie op 3 van de sleutel- en/of systeemtechnologieën in 2035.	Cumulatief 20 patent(aanvragen) en 350 publicaties op programmaniveau	Cumulatief 350 patent(aanvragen) en 1650 publicaties op programmaniveau in 2035
3. Versterken ecosysteem → Borgen van blijvende structuurverandering	1. Visie: Lange termijn blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie 2. Locaties: Investeringen in onderzoeks- en testfaciliteiten 3. Kapitaal: Investeerders in ecosysteem mobiliseren 4. Skills: Aantrekken en opleiden van personeel voor het hightech equipment ecosysteem. 5. Verbindingen: Verbindingen tussen ecosystemen leggen 6. Internationalisering: Sterke internationale verankering NXTGEN HIGHTECH.	1. 6 Gemeenschappelijke roadmaps 2. Projecten geland op fysieke locaties 3. Totaal 10 miljoen dealflow aan bij NG-HT betrokken projecten 4. 1000 deelnemers aan Skills programma's 5. 1200 Deelnemers aan verbindingsactiviteiten	1. 6 Gemeenschappelijke roadmaps 2. Projecten geland op fysieke locaties + 2 nieuwe locaties gerealiseerd 3. 100 miljoen dealflow aan bij NG-HT betrokken projecten 4. 7000 Deelnemers aan Skills programma's 5. 3600 Deelnemers aan verbindingsactiviteiten 6. 700 Deelnemers aan internationaliserings-activiteiten

Programma / pijler	Doelstelling	KPI's Fase 1	KPI's Fase 2
		6. 250 Deelnemers aan internationaliserings activiteiten	

2.4 Voorgestelde oplossing: naar een coherent, toonaangevend hightech equipment ecosysteem

2.4.1 Uitwerking programmapijlers

Het NXTGEN HIGHTECH programma is opgezet op basis van drie pijlers (Figuur 5): de toepassingspijler, de verdiepingspijler en de ecosysteempijler. De aanpak op de 3 pijlers wordt hieronder toegelicht.



Figuur 5 Voorgestelde oplossing: naar een coherent, toonaangevend hightech equipment ecosysteem

2.4.1.1 Pijler 1, Toepassingspijler.

In de toepassingspijler wordt ingezet op het gericht stimuleren en faciliteren van consortia die nieuwe waarde proposities vormen in zes toepassingsprogramma's. Veelal bestaan de consortia uit een mix van start-ups, toeleveranciers, OMM's, OEM's en kennisinstellingen. In de toepassingspijler staan ruim 30 projecten klaar om control points in nieuwe waardeketens te verwerven.

Om dit te doen, wordt nieuwe kennis ingezet en toepasbaar gemaakt op zes kansrijke toepassingsdomeinen van hightech equipment:

1. Laser satcom
2. Energy conversion and storage
3. Biomedical production technology
4. Semicon equipment for heterogenous integration
5. Flexible micro factory for composites
6. Handsfree agrifood

Deze 6 toepassingsdomeinen hebben gemeen dat: (i) ze bijdragen aan de maatschappelijke uitdagingen[83], (ii) er een wereldwijde marktvraag van voldoende omvang, groei en noviteit is[84], en (iii) het Nederlands hightech equipment op langere termijn een belangrijke rol kan blijven spelen.[85] Voor elk van de toepassingsdomeinen is een programma ontwikkeld, waarvan de samenvattingen staan beschreven in 3.1.1. In onderstaande tekstbox wordt toegelicht hoe de keuze voor deze toepassingsdomeinen tot stand is gekomen.

Nieuwe markten en waardeketens als vertrekpunt

In het voorjaar van 2020 is het plan opgevat door het kernteam sleuteltechnologie om een Groeifondsvoorstel te gaan maken gericht op de ontwikkeling van hightech equipment voor toekomstige maatschappelijke uitdagingen. Als eerste stap zijn 15 directeuren van hightech equipment bedrijven geïnterviewd, met de vraag op welke nieuwe ontwikkelingen en markten dit voorstel zich zou moeten gaan richten. Hieruit zijn kansrijke marktdomeinen voortgekomen: nieuwe hightech oplossingen voor duurzame energie, agrofood, Laser Satcom, semicon en nieuwe productietechnologieën voor composiet en biomedische toepassingen. Parallel hieraan is een uitvraag gedaan bij trekkers van Meerjarenprogramma's Sleuteltechnologie en HTSM roadmaps om bredere input te verkrijgen.

Breed draagvlak door bottom-up programma-ontwikkeling

Met deze marktperspectieven als vertrekpunt zijn in de loop van de tijd ruim 50 expertsessies georganiseerd waarin met marktpartijen inhoudelijke programma's zijn uitgewerkt . Hierbij is een steeds bredere groep van bedrijven (inmiddels meer dan 300, waarvan 25% jonge start- en scale-ups) en kennisinstellingen betrokken. In het voorjaar van 2021 is een webinar met 300 deelnemers georganiseerd om zoveel mogelijk partijen te bereiken.

---

[83] Zie 2.2.3 "Nieuwe kansen, nieuwe uitdagingen", en 5.3, "Maatschappelijke kansen en effecten"

[84] Zie toelichtingen bij "economische impact" van de toepassingsprogramma's in 3.1, en onderbouwing bij 5.1 "Bbp-effect"

[85] Zie "attainable position" bij 5.1, "Bbp-effect"

Focus, verdieping en samenhang

In de loop van 2021 is, ondersteund door externe reviewers, focus aangebracht in de toepassings- en verdiepingsprogramma's. Met 35 wetenschappers zijn de sleuteltechnologieën zoals optomechatronica en robotica/cyber physical systems, en systeemtechnologieën als system engineering en smart industry uitgewerkt tot centrale en verbindende onderzoekslijnen door het hele programma. Door deze in één programmastructuur te verankeren is focus en samenhang in NXTGEN HIGHTECH geborgd.

De toepassingsprogramma's worden inhoudelijk geprogrammeerd door domeinconsortia onder leiding van een domeintrekker. Dit houdt o.a. in dat zij, in samenspraak met het ecosysteem, een domein roadmap opstellen en onderhouden, waarin de verdiepingsprogramma's aansluiten op de toepassingsprogramma's. De aanpak van roadmaps wordt nader uitgelicht in 3.1.3.1. Meer uitleg over de rol van domeinconsortia staat in paragraaf 3.2.1. De domeinconsortia worden hierin ondersteund door programmamanagers van het programmabureau, die de voortgang en bijdrage aan het overkoepelende programma monitoren en cross-overs zullen stimuleren.

De kern van de activiteiten wordt gevormd door R&D&I-PPS projecten. In het grootste gedeelte van deze projecten werken bedrijven, toeleveranciers en OMM's, aan de ontwikkeling van hightech equipment en opschaling. Een deel van de projecten (bijv. verdiepingsproject "Efficient and Proven Zero-Defect NXTGEN Robotic Manufacturing" binnen domein Flexibele microfabrieken voor composieten) legt expliciet een brug én is onderdeel van zowel de verdiepingsprogramma's als de toepassingsprogramma's, den levert daarmee een bijdrage aan de ontwikkeling van de technologiebasis als dat het mede helpt een toepassing te realiseren. De systeemtechnologieën Systems Engineering en Smart Industry komen in alle domeinen terug, en helpen enerzijds de complexe technologieën samen te brengen en te verbinden in unieke producten, anderzijds deze op een digitale en daarmee concurrerende wijze te produceren. De systeemtechnologieën staan in sectie 3.1.2 nader toegelicht.

Als laatste draagt een aantal projecten (m.n. project Handsfree Glastuinbouw, waarbij het World Horti Center en TomatoWorld een centrale positie zullen hebben in systeemintegratie en demonstratie en samenkomen van projectpartners) expliciet bij aan de totstandkoming van open innovatie ecosystemen, waar opgedane kennis wordt samengebracht en gevaloriseerd door partijen uit (verschillende) ecosystemen bij elkaar te brengen en om commerciële partijen eerste testruns te laten doen met nieuwe technologieën (bijvoorbeeld stamcelproductie) en daarmee nieuwe toepassingen te ontwikkelen. Ook wordt aangesloten bij bestaande locaties zoals bijvoorbeeld het CITC en fysieke bedrijfsfaciliteiten. Een nadere duiding van de rol van locaties in NXTGEN HIGHTECH staat in sectie 3.2.3.2.

De mix van deze projecten verschilt per domein en houdt rekening met wat voor de waardeketens en oog op toepassing in dat domein nodig is. De uitwerking van de zes toepassingsprogramma's op de zes toepassingsdomeinen is te vinden onder paragraaf 3.1.1.

NXTGEN HIGHTECH kiest voor een brede aanpak waarin op meerdere domeinen en toepassingsprogramma's wordt ingezet. Dit heeft een duidelijke reden. Vanwege de

onvoorspelbaarheid van kennis[86] is nooit met honderd procent zekerheid te zeggen welke toepassingen op termijn gaan renderen, en een dergelijke portfoliospreiding is onderdeel van de strategie van het Nationaal Groeifonds.[87] Tevens helpt een brede spreiding van markten in een programmatisch project de bevordering van relevante cross- en spillovers, waarbij het voorbeeld van NXTGEN-HIGHTECH bedrijf LeydenJar illustratief is voor de relevantie.[88] Omdat er dus wordt aangenomen dat niet alle programmaonderdelen even succesvol zullen zijn, wordt ingezet op een sterkte sturing gedurende het programma. Hiervoor wordt een funnel-aanpak gehanteerd waarmee gaandeweg het programma keuzes worden gemaakt op basis van de resultaten van de domeinen en projecten. Zie hiervoor 3.1.5.

2.4.1.2 Pijler 2, Verdiepingspijler

Het doel van de verdiepingspijler is om door een versterking van de technologische en wetenschappelijke basis een context te creëren voor de toepassingsdomeinen in de eerste pijler, en voor de toekomstbestendigheid van het hightech equipment ecosysteem. Verdieping van de kennis van relevante systeem- en sleuteltechnologieën is van groot belang voor het succes in de waardeketens bij de toepassingen. In de verdiepingspijler staan een 20 projecten klaar – deels overlappend met de projecten uit de toepassingspijler - om de technologiebasis te versterken, naast de voorbereiding van open calls op enkele van de onderwerpen.

In het kader van het NXTGEN HIGHTECH programma zijn meer dan 50 expertsessies over de verschillende toepassingsdomeinen heen georganiseerd om een beeld te krijgen van de uitdagingen waar de hightech sector voor staat. Aan deze sessies hebben bedrijven, overheden en kennisinstellingen intensief deelgenomen. Bij het bespreken van relevante technologie- en kennisopgaven, werd duidelijk dat de kennisvragen vervlochten zijn met deze vijf domeindoorsnijdende sleuteltechnologieën en twee systeemtechnologieën. Deze vormen de wetenschappelijke basis voor het adresseren van de cruciale kennisvragen uit de zes toepassingsdomeinen.

Systeemtechnologieën:

- Systems Engineering
- Smart Industry

Sleuteltechnologieën:

- Cyber Physical Systems / Robotica
- (Opto)mechatronica
- Semiconductor devices / Lithografische systemen
- Dunne film / Plasmatechnologie
- Bionanotechnologie

De **systeemtechnologieën** Smart Industry en Systems Engineering spelen een sleutelrol in alle zes toepassingsdomeinen binnen NXTGEN HIGHTECH. De essentie van Smart Industry is dat de maakindustrie in Nederland drastisch moet worden getransformeerd naar een industrie 4.0 niveau om

[86] Zie bijvoorbeeld variant 3 van BMH 9 "Innovatieve samenleving"

[87] Zoals aangegeven in het Rapport beoordelingsadviescommissie NGF eerste ronde

[88] Zie artikel Een tragisch mislukte zonnecelmachine kan de hele accu-industrie op z'n kop zetten | De Volkskrant

internationaal competitief te blijven en zicht te houden op technologie- en productiesoevereiniteit en verdienvermogen. Daarnaast maakt Systems Engineering een succesvolle end-to-end productontwikkeling mogelijk, inclusief ontwerp, integratie, validatie en ‘operations’.

Elke **sleuteltechnologie** is binnen het programma gekoppeld aan het meest relevante toepassingsprogramma, waarbij uitdagingen binnen de sectortoepassingen ook input zijn geweest voor verder te adresseren kennisvragen binnen het verdiepingsprogramma. Die koppeling geeft focus voor de wetenschap om concrete kennisvragen te articuleren voor de aankomende jaren. Voor de (Opto)mechatronica is bijvoorbeeld een verbinding gelegd met Laser Satcom. Bovendien maakt deze koppeling de organisatie eenvoudiger omdat het primaire domein verantwoordelijk is voor zowel de kennisontwikkeling binnen het eigen domein als het spillover naar de andere domeinen.

Het verdiepingsprogramma bevat ook een open call programma, om tijdens de looptijd van het programma ruimte te bieden aan nieuwe wetenschappelijke uitdagingen en nieuwe bedrijven en kennisinstellingen. Belangrijk is dat de meest geschikte en geoutilleerde partijen de kans krijgen bij te dragen en daarom is dit deel van het verdiepingsprogramma open en in competitie. De kennis die in deze open calls ontwikkeld wordt, gaat gebruikt worden om de toepassingsprogramma's te ondersteunen en waar nodig bij te sturen.

Wetenschappers van de 4TU, RUG, LUMC en TNO hebben voor deze systeem- en sleuteltechnologieën positiepapers geschreven. Die zijn de basis voor het verdiepingsprogramma binnen NXTGEN HIGHTECH. Deze wetenschappers vormen het NXTGEN HIGHTECH wetenschapsforum.

2.4.1.3 Pijler 3, Ecosysteempijler

De doelstelling is een toekomstbestendig ecosysteem te ontwikkelen dat samenwerkt over wetenschappelijke disciplines en sectoren heen bij het ontwikkelen van de volgende generatie hightech equipment voor nieuwe waardeketens en het stimuleren van competentie en scholing. De volgende zes aspecten worden in deze pijler opgepakt: gezamenlijke visieontwikkeling, fysieke zwaartepunten in het ecosysteem, aansluiting met investeringskapitaal, het aantrekken en behouden van talent en opleidingen, samenwerking in het ecosysteem, en internationalisering.

Zoals eerder aangegeven is het hightech equipment ecosysteem een buitengewoon sterk ecosysteem. Men kan zich dan de vraag stellen: Wat en waarom moet er versterkt worden? Dit programma beoogt heel gericht een aantal impulsen te geven aan het ecosysteem. Dialogic noemt in haar studie[89] voor de ecosysteembenadering van het kabinet tien uitdagingen voor ecosystemen in het algemeen. Dit voorstel gebruikt deze analyse als framework om samen met een eigen analyse zes uitdagingen te formuleren zie Tabel 5. Uiteraard geven de RD&I projecten uit de toepassings- en verdiepingsprogramma’s zelf ook een belangrijke impuls aan het ecosysteem.

[89] Dialogic (2020), Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland. Achtergrondstudie bij de kabinetsstrategie: ‘Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen) in opdracht van MinEZK en MinOCW.

Tabel 5 Ecosysteem-uitdagingen volgens Dialogic en de oplossing/actielijn in de ecosysteempijler

Ecosysteem-uitdaging volgens Dialogic	Relevantie specifiek voor NXTGEN HIGHTECH industrie[90]	Oplossing/actielijn in ecosysteempijler
1. Investeringen in onderzoeks- en Testfaciliteiten.	Continue hoge investeringen zijn noodzakelijk voor het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem, waaronder investeringen in fysieke locaties en installaties. Onderzoeksinfrastructuur heeft al een hoog niveau.	**Actielijn 2: Locaties** Investeringen op een gericht aantal locaties gericht op publiek private samenwerking. Daarnaast specifieke investeringen op technologieonderzoek in de verdiepingsprogramma's.
2. Toptalent: Aantrekken en opleiden	Bedreiging: Tekort aan technisch talent met de juiste kennis en skills	**Actielijn 4: Skills** Het creëren van opleidingsplekken op de PPS-locaties, het versterken van digitale vaardigheden en systems engineering competenties.
3. Kapitaal: Investeerders in Ecosysteem mobiliseren.	Zwakte: Zwak klimaat durfkapitaal	**Actielijn 3: Kapitaal** Investeerders in contact brengen met NXTGEN HIGHTECH toepassingen via investeerderstafel. Gekoppeld aan oprichting Deep Tech fund, die al voor de nodige impuls zorgt.
4. Marktcreatie en het betrekken van gebruikers	Zwakte: Te weinig oog voor nieuwe kansen buiten het directe eigen domein.	Geen specifieke actielijn voorzien binnen de ecosysteempijler. De toepassingsprogramma's zetten bij uitstek in op nieuwe waardeketens en proposities. Tevens betrekken in de projecten de ontwikkelaars van equipment de gebruikers in een specifiek toepassingsdomein.
5. Verbinden van ecosystemen	Maatschappelijke uitdagingen bieden grote kansen voor de hightech volgt uit oa de SWOT. Om waardeketens te bouwen met partijen uit verschillende sectoren moeten deze werelden wel met elkaar worden verbonden (bv die van semicon en biomedisch)	**Actielijn 5: Verbinden van ecosystemen** Hiertoe zijn diverse activiteiten voorzien in deze actielijn 1) Leren tussen ecosystemen, 2) gezamenlijke communicatie en branding, 3) Waardeketens advies 4) Smart Industry productie scan.

[90] Volgend uit de SWOT-analyse in paragraaf 2.2.2

6. Vaardigheden en absorptiecapaciteit in het MKB	Veel hightech MKB bedrijven hebben beperkte middelen om te innoveren.[91]	Geen specifieke actielijn voorzien binnen de ecosysteempijler. Het NXTGEN HIGHTECH programma ondersteunt een kleine 200 MKB bedrijven in de projecten.
7. Versterken kennisoverdracht	Bij de toepassing van hightech in de diverse domeinen spelen vaak dezelfde issues of problemen. Kennis hierover blijft vaak beperkt tot de direct betrokken partijen	**Actielijn 5: Verbinden van ecosystemen** Binnen actielijn 5 is naast een leerprogramma voorzien om ervaringen en resultaten uit de verschillende programma's te delen met deelnemers in het programma (en externe partijen).
8. Eerder aandacht voor wet- en regelgeving	Vraagstukken over regelgeving zijn heel specifiek voor de verschillende toepassingsdomeinen. Generiek regelgeving heeft geen prioriteit.	Geen specifieke actielijn voorzien binnen de ecosysteempijler. Een aantal toepassingsprogramma's besteed hier aandacht aan, bijv. biomedical production technology. Tevens is in de governance een Nationale Adviescommissie opgenomen om dergelijke vraagstukken mee af te stemmen.
9. Organiserend vermogen van ecosystemen	Het hightech equipment ecosysteem kent een groot aantal sterke ecosysteem spelers (Brainport, FME, Hightech NL, ROM's, TKI HTSM). Partners in het veld geven aan dat er geen nieuwe organen nodig zijn.	Geen specifieke actielijn voorzien binnen de ecosysteempijler, buiten de activiteiten in **Actielijn 5: Verbinden van ecosystemen**
10. Lange termijn blik en samenhang bij investeringen.	Voor de inzet van Hightech voor maatschappelijke uitdagingen is alignment van de verschillende roadmaps van de verschillende domeinen nodig.	**Actielijn 1: Visie** Hierin borgt NXTGEN HIGHTECH in een iteratief proces de afstemming tussen de roadmaps van toepassingsprogramma's met lange termijn investeringen in onderzoek en innovatie.
Niet expliciet genoemd door Dialogic, wel relevant: Internationalisering, m.n. van MKB	Hightech waardeketens zijn vaak internationaal. Bestaande spelers werken vaak al samen met buitenlandse partners, voor nieuwe spelers is dat niet altijd het geval.	**Actielijn 6: Internationalisering** Budgetten voor 1) een verhoging van het PIB programma op voor NXTGEN relevante focuslanden en thema's, 2) marktadvies (KMO regeling) voor MKBers.

[91] Critical Friends NXTGEN HIGHTECH 2021

Niet expliciet genoemd door Dialogic, wel relevant: Strategisch onderzoeksprogramma ecosystemen (voor een nadere beschrijving van dit onderzoeksprogramma zie 3.1.5)	Het bieden van handvatten is nodig om het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem (met partijen uit diverse sectoren) optimaal laten functioneren en om bij te sturen waar nodig, om zo tot een internationaal toonaangevend onderzoek en innovatie ecosysteem te komen.	**Actielijn 5: Verbinden van ecosystemen** Budget gereserveerd voor het programmabureau om onderzoek te doen naar de ontwikkeling van het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem en hierop acties te vormen binnen het NXTGEN HIGHTECH programma.

2.4.1.4 Drie pijlers, een programma

De drie pijlers worden uiteindelijk in nauwe samenhang geprogrammeerd in één programma.

In pijler 1, de toepassingspijler, worden domeinconsortia gericht gefaciliteerd die daadwerkelijk nieuwe waardeketens vormen en daarin nieuwe bedrijvigheid en internationale posities kunnen ontwikkelen. In pijler 2, de verdiepingspijler, wordt de technologische basis versterkt en in pijler 3 het ecosysteem.

Hoewel er sprake is van aparte pijlers en onderliggende programma's, is het niet zo dat projecten slechts ten behoeve van de doelstellingen van een pijler werken. Een groot deel van de projecten is in formele zin gegroepeerd onder de toepassingspijler en valt onder de directe verantwoordelijkheid van de domeinconsortia, maar bevat duidelijke verdiepende componenten (zie ook projecten >20% verdieping in 3.1.2) en/of ecosysteem-aspecten, m.n. voor de locaties (zie 3.1.3.2). Toepassing, verdieping en het ecosysteem komen daarmee in 1 project samen.

Daarnaast beoogt ook het opstellen van de roadmaps voor de verschillende toepassingsprogramma's dat toepassing en verdieping samen komen. Zie voor meer toelichting hierover 3.1.3.1. Ook wordt vanuit de verbindingsactiviteiten geformuleerd in 3.1.3.5 actief de samenwerking over projecten, programma's en pijlers heen gestimuleerd.

2.4.2 De toekomstbestendigheid en doelmatigheid van de voorgestelde oplossing

De Nederlandse industrie is steeds minder concurrent wat betreft de massaproductie van bulkgoederen.[92] Andere landen beschikken inmiddels over dezelfde technologie en bij lagere kosten loopt Nederland een risico. Bedrijven moeten daarom blijven investeren in nieuwe producten en waardeketens met een hoge toegevoegde waarde. Dit sluit aan bij de inzet op de nieuwe toepassingen door het NXTGEN HIGHTECH programma, met flankerend de versterking van de technologie basis en inzet op de versterking van het ecosysteem. In 5.1 is nader toegelicht hoe de voorziene projecten aansluiten bij marktontwikkelingen.

Het NXTGEN HIGHTECH programma draagt daarin ook bij aan de gewenste strategische autonomie door het versterken van onze productiesoevereiniteit. Hieraan levert ook het verdiepingsprogramma Smart Industry (zie 3.1.2.7) een belangrijke bijdrage, door te borgen dat productie kostenconcurrerend in

[92] Kamerbrief over de visie op de toekomst van de industrie in Nederland, oktober 2020

Nederland plaats kan vinden. Aspecten van Smart Industry zijn ook terug te vinden in de losse projecten van de toepassingspijler.

De toepassingen sluiten ook aan bij de maatschappelijke uitdagingen van nu, en leggen daarmee de basis voor een nieuwe generatie equipment en de nieuwe generatie (onze kinderen). Dit komt terug in de ambities van de toepassingsprogramma's. In elk van de toepassingsprogramma's onder 3.1.1. wordt de maatschappelijke impact beschreven, in 5.3 staat een analyse van de maatschappelijke effecten van het totaalprogramma.

2.4.3 Alternatieve oplossingen

Een alternatief kan zijn de nieuwe waardeketens te stimuleren door de algemene voorwaarden voor innovatie te verbeteren via bijvoorbeeld de WBSO en de Innovatiebox. Van dergelijk algemeen instrumentarium profiteren de R&D intensieve bedrijven eveneens. Maar die route is veel duurder (immers voor alle bedrijven), kent geen gemeenschappelijk opgestelde agenda waarbij spelers uit diverse sectoren van elkaar en met elkaar leren, en biedt niet de samenhang tussen activiteiten, privaat en publiek, die nodig is voor het opbouwen van deze waardeketens. NXTGEN HIGHTECH biedt wel die richting en die samenhang.

Een tweede alternatief is te rekenen op alleen private investeerders. Die zijn essentieel, maar schrikken zonder een programma als NXTGEN HIGHTECH terug voor de technologische en economische onzekerheden en financieren ook niet de onderbouwing met sleuteltechnologieën en de ecosysteem activiteiten. Ook daarbij zouden de richting en samenhang van NXTGEN HIGHTECH ontbreken.

Een derde alternatief is te rekenen op alleen Horizon Europe. Dat programma is essentieel als ondersteuning op onderdelen maar biedt niet de richting en samenhang tussen projecten die NXTGEN HIGHTECH biedt. Het richt zich op de Europese Unie als geheel. NXTGEN HIGHTECH richt zich op versterking van het Nederlandse ecosysteem.

Verder kan gedacht worden aan het alternatief, van NXTGEN HIGHTECH alleen deelprojecten uit te voeren. Daarbij wordt de samenhang tussen de zes domeinen echter gemist, dan wel de verbinding met de wetenschappelijke verdiepingsprogramma's en de ecosysteem interventies. Ook is het denkbaar NXTGEN HIGHTECH in de tijd in te perken. Het voorstel kent twee fasen (2022-2026, 2026-2029) met een toetsmoment ertussen. Voor de deelnemers is het lange termijn perspectief vanaf het begin wel essentieel om te investeren in de projecten. Nieuwe posities verwerven in industriële waardeketens lukt niet met losse projecten die drie of vier jaar lopen – dat vergt een langer perspectief en meer samenhang. Het huidige NXTGEN HIGHTECH voorstel biedt de combinatie van dat perspectief met een tussentijdse toets.

2.4.4 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen

Internationale samenwerking is van groot belang voor de hightech equipment sector die acteert in waardeketens op de wereldmarkt. Dat vraagt om het ontwikkelen van een krachtige positie met balanceren tussen internationale samenwerking enerzijds en het tegengaan van het ongewenst weglekken van kennis en technologie anderzijds. Bij samenwerking in onderzoek, ontwikkeling en innovatie is het essentieel dat partners complementair aan elkaar zijn. Daarin bouwt elke partner de eigen sterktes uit en krijgt nog meer belang bij samenwerking. Dat kan het risico op ongewenst weglekken van kennis verlagen. Deze paragraaf schetst de aansluiting van NXTGEN HIGHTECH bij het

internationale veld. Daaruit blijkt dat het NXTGEN HIGHTECH veld internationaal al veel doet. In paragraaf 3.1.3.6 staat welke extra acties hierop voorzien zijn.

Europese aansluiting van NXTGEN HIGHTECH programma, terugblik

Internationale samenwerking in onderzoek en innovatie kan lopen via projecten in Horizon Europe (HE) en de juridische kaders die daar over de jaren heen zijn gegroeid. De gekozen toepassingsgebieden van NXTGEN HIGHTECH staan hoog op de Europese agenda voor wetenschap, technologie en innovatie. Nederlandse partijen werken met partners in andere landen samen aan Europese projecten met subsidie van Horizon 2020 (2014-2020). Om een indruk te krijgen hoe Nederlandse partijen daarin scoorden zijn de NXTGEN HIGHTECH domeinen gekoppeld aan topics (de titels van calls for proposals) in Horizon 2020. Dat lukt niet één-op-één maar het geeft wel een benadering. Die 229 topics hadden een totaalbudget voor deelnemers uit alle landen van € 7,3 mld. Nederlandse partijen verwierven € 571 mln.: 7,8%. Voor het gehele Horizon 2020 was dat 7,7%. Beide waren uitstekende scores vergeleken met de Nederlandse bijdrage aan de EU-begroting van 4,5%. Op de NXTGEN HIGHTECH domeinen scoorden Nederlandse deelnemers dus nog iets beter, vooral in semicon, biomedisch, agro robotica en laser satelliet communicatie (Tabel 6).

Tabel 6 Horizon 2020 subsidies voor geselecteerde topics, totaal en NL aandeel (bron: Horizon database, RVO-Iris)

NXTGEN HIGHTECH programma toepassingsgebied, smart industry	Aantal unieke topics	Totaal toegekend (M€)	Waarvan aan NL (M€)	Retour NL
Handsfree Agrifood	10	136,6	13,7	10,0%
Biomedische productietechnologie: Organ-on-Chip	42	1.307,6	149,4	11,4%
Flexibele microfabrieken voor composieten	73	235,5	10,6	4,5%
Energy- and conversion: PV, batterijen, electrolyse, fuel cells	139	1.325,9	61,8	4,7%
Laser Satcom	23	709,1	65,2	9,2%
Semiconductor equipment	24	1.201,5	146,5	12,2%
Smart industry	88	2.432,5	123,9	5,1%
Totaal	**399**	**7.348,7**	**571,1**	**7,8%**

Deze analyse toont dat de Nederlandse partijen, zowel private als publieke, in de NXTGEN HIGHTECH domeinen in het afgelopen decennium sterk waren in Europese onderzoeks- en innovatiesamenwerking. Dat biedt een goede basis voor de toekomst.

Europese samenwerking, vooruitblik: grote budgetten

Het is verleidelijk de Europese subsidies in 2014-2020 te extrapoleren naar het komend decennium om te zien welke financiering flankerend aan het NXTGEN HIGHTECH programma te verwachten is. Dat is

echter lastig. Voor 2021-2027 geldt het nieuwe programma Horizon Europe, dat een andere structuur, andere topics en een andere budgetverdeling kent dan Horizon 2020. De looptijd is ook niet gelijk aan die voor NXTGEN HIGHTECH. Het Horizon Europe budget gaat omhoog en door de uittreding van het VK zal het Nederlandse aandeel kunnen stijgen. Dus hiervoor is nog geen voorspelling te doen. Wat wel vast staat is dat Horizon Europe thema's goed passen bij NXTGEN HIGHTECH:

- Voor Laser Satcom, composiet, smart industry, semicon: Digital, Industry & Space € 15 mld.
- Voor energie: Climate, Energy & Mobility € 15 mld.
- Voor agrifood: Food, bio-economy, natural resources, agriculture & environment € 9 mld. (een forse stijging ten opzichte van Horizon 2020).
- Voor biomedische productietechnologie: Health € 8 mld.

De Nederlandse spelers in NXTGEN HIGHTECH kunnen hierop voorstellen indienen, steeds samen met Europese partners. De kwaliteit van de voorstellen zal het succes bepalen. Nationale ondersteuning is belangrijk om in de Europese competitie goed te scoren. Daarvoor moeten de agenda's van Europa en NXTGEN HIGHTECH elkaar aanvullen. Paragraaf 3.1.3.6 gaat daarop in.

Samenwerking via EUREKA

Samenwerking in onderzoek en innovatie kan ook via EUREKA, een kader voor samenwerking tussen landen waarin ook bijvoorbeeld ook het VK, Zwitserland, Canada en Zuid-Korea meedoen. Dit programma is bedrijfsgericht en projecten zitten dicht op de markt. Een onderdeel van EUREKA is Eurostars voor het hightech MKB. De Nederlandse NXTGEN HIGHTECH partijen doen volop mee aan EUREKA en Eurostars, met ondersteuning vanuit EZK en RVO, steeds samen met partners in het buitenland. In paragraaf 3.1.3.6 wordt aangegeven hoe NXTGEN HIGHTECH deelname wil stimuleren.

IPCEI’s raken aan enkele domeinen

Europa kent ook enkele Important Projects of Common European Interest, IPCEI’s. Het betreft een samenstel van projecten waarvoor een bijzonder regime van staatssteun van toepassing is. Deze projecten kunnen een bijdrage leveren tot economische groei, banen en concurrentiekracht omdat zij positieve spill-over effecten hebben voor de interne markt en de EU als geheel. In die projecten worden deskundigheid, financiële middelen en economische spelers gebundeld om markt- of systeemfalen en grote maatschappelijke uitdagingen aan te pakken. Dergelijke initiatieven vergen een aanzienlijke bijdrage van de overheid omdat de markt ze anders niet zou financieren; hetgeen een verruiming van de mogelijkheden tot staatssteun rechtvaardigt. De Europese Commissie verleent die projecten daarvoor de IPCEI-status. Tabel 7 geeft een overzicht van de relevante IPCEI’s voor NXTGEN HIGHTECH.

Tabel 7 Relevante Important Projects of Common European Interest (IPCEI's)

IPCEI	Stand van zaken	Relatie met NXTGEN HIGHTECH
Batterijen	Loopt sinds 2020, NL doet niet mee	Raakt aan domein Energie. Nederland kan eigenlijk niet meer meedoen.
Micro-elektronica 2	Wordt gestart in 2022. NL doet mee.	Raakt aan domein Semicon. Beoogde IPCEI projecten focussen op o.m. metrologie en fotonische chips. Enkele hebben overlap met NXTGEN HIGHTECH projecten. EZK waakt ervoor dat eenzelfde project geen dubbele subsidie krijgt.
Waterstof	Wordt gestart in 2022. NL doet mee.	Raakt aan domein Energie, electrolysers en brandstofcellen. Projectpartners in IPCEI zijn andere dan in NXTGEN HIGHTECH. Er is wel thematische overlap met de NXTGEN HIGHTECH projecten.

Het proces van IPCEI-selectie en beoordeling is nog gaande en derhalve is nog onduidelijk welke steunvoornemens bij DG Competition voor goedkeuring zullen worden genotificeerd. Dat moet in de loop van 2022 duidelijk worden. Na een groen licht van de EC neemt Nederland een besluit over een financiële bijdrage aan Nederlandse directe participanten in het IPCEI-project. De tabel toont de raakvlakken tussen IPCEI en NXTGEN HIGHTECH. Als een NXTGEN HIGHTECH project ook raakt aan een IPCEI-project, verandert dat niets aan dat project en de beoogde Groeifonds subsidie. Het laat wel zien dat het project aansluit op de Europese agenda.[93]

Ook ESA is van belang

Naast dit EU-programma zijn de programma's van ESA, de Europese ruimtevaartorganisatie[94] van belang voor het Laser Satcom domein. ESA voert programma's uit die door de lidstaten worden bepaald en gefinancierd. Het programma ScyLight (SeCure and Laser Communication Technology) is gericht op de ontwikkeling en toepassing van optische satellietcommunicatie. Het Laser Satcom domein wil van dit programma gebruik maken. Deelname loopt via EZK en RVO-NSO, die nauw betrokken zijn bij dit NXTGEN HIGHTECH domein.

Samenwerking met partners in andere landen, bilateraal

De NXTGEN HIGHTECH activiteiten raken ook aan vergelijkbare activiteiten in andere landen binnen de EU. Bilaterale samenwerking ligt dus voor de hand. NXTGEN HIGHTECH zal dat aanmoedigen en tegelijk letten op bescherming van voorsprong waar nodig. Daarvoor zal NXTGEN HIGHTECH geen eigen programma opzetten maar deelname aan bestaande programma's promoten:

- Voor R&D samenwerking biedt EUREKA een goed kader. Samenwerking kan met één partner in een ander land of met meerdere partners uit meerdere landen.
- De Nederlandse innovatie attachés in 16 landen helpen met het leggen van contacten, missies en samenwerking.

[93] EZK zal bij de eventuele committering van subsidie aan een IPCEI-project bezien of er (voor delen) Groeifondssubsidie via NXTGEN HIGHTECH is toegekend. Die delen krijgen geen dubbele subsidie.

[94] Met ook leden buiten de EU zoals Zwitserland en Canada

Voor samenwerking op zakelijk vlak, in de markt, bieden andere programma's hulp:

- het Partners for International Business (PIB) programma, gefinancierd door BuZa, ondersteund door RVO en de Netherlands Bussiness Support Offices (NBSO) dat zich richt op specifieke landen en thema's.
- Het ministerie van BuZa en RVO hebben het SMM/BIS instrument (strategische marktbewerking/ bilaterale innovatiesamenwerking).

Partners for International Business is een programma waarmee Nederlandse bedrijven in een publiek private samenwerking hun internationale ambities kunnen realiseren. RVO ontwikkelt samen met een Nederlands cluster van bedrijven en kennisinstellingen een actieplan dat maximaal 3 jaar loopt en dat het cluster goed positioneert in het buitenland. RVO heeft een wereldwijd netwerk van ambassades, consulaten en de Netherlands Business Support Offices (NBSO's). Het programma kan promotie omvatten, matchmaking en netwerken, of economische diplomatie om beter toegang te krijgen tot een buitenlandse markt.

Enkele voorbeelden van lopende internationale samenwerking zijn:

- Nederland en Duitsland hebben een InnovationsPakt om samen te werken op Industrie 4.0. Op alle NXTGEN HIGHTECH onderdelen zijn er bedrijven, brancheverenigingen en kennisinstellingen die met Nederlandse spelers samenwerken.
- Met Frankrijk is een soortgelijke overeenkomst op NXTGEN HIGHTECH domeinen in de maak, bijvoorbeeld voor composieten. In januari 2021 presenteerde HTSM het samenwerkplan.
- Japan: twaalf Nederlandse waterstof spelers werken in een PIB-programma samen met Japanse partners in de transitie van gas naar waterstof.

NXTGEN HIGHTECH bevat voor dergelijke samenwerking geen apart programma maar zal stimuleren dat de deelnemers volop gebruik (blijven) maken van bestaande programma's zoals PIB. Het programmabureau zal daar bijzondere aandacht aan geven, in overleg met elk domein. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van de internationale agenda van HTSM.

2.4.5 De algemene risico's en afhankelijkheden voor het bereiken van de doelstelling

NXTGEN HIGHTECH versterkt de hightech maakindustrie en draagt bij aan een duurzame economie. Het is internationaal beschouwd niet het enige initiatief: veel landen zoals Zuid-Korea, Amerika, China, Duitsland en Frankrijk kennen vergelijkbare ambities. De concurrentie is dus groot. Buitenlandse partijen kunnen sneller en meer succesvol blijken door onder andere grotere publieke investeringen, waardoor een positief vestigingsklimaat wordt gegenereerd. Maar ook door groei van private investering en bedrijvigheid. Dit speelt in elk van de zes domeinen. Bijvoorbeeld in laser communicatie via satellieten, waar onder meer Amerikaanse bedrijven hard aan werken. Risico is dat Nederlandse bedrijven daardoor niet de control points in de waardeketen kunnen bereiken. Belangrijk zijn daarom de bedrijvennetwerken en de innovatie attachés in het programma die de buitenlandse vorderingen monitoren. Samenwerken met buitenlandse partners in de waardeketens: 'partner, not compete'.

Tevens is er noodzaak voor samenwerking om industriële ketens over grenzen heen op elkaar aan te sluiten en te werken met standaarden, bijvoorbeeld digitaal. Deze mix van concurrentie en samenwerking is specifiek op elk van de zes NXTGEN HIGHTECH domeinen. Ze hebben gemeenschappelijk dat die mix gevoelig is voor politieke ontwikkelingen, bijvoorbeeld markten die open of dicht gaan en samenwerking die wordt gestimuleerd dan wel beperkt.

NXTGEN HIGHTECH heeft belang bij samenwerking met de technologische koplopers, in de lasercommunicatie, in de robotica, in digitalisering van productieprocessen, onder bescherming van intellectueel eigendom. NXTGEN HIGHTECH heeft ook belang bij toegang tot de wereldmarkt, voor bijvoorbeeld agro-robots, lasercommunicatie, Organ-on-Chip en semicon. Een algemeen risico is dat politieke besluiten in andere werelddelen die samenwerking en toegang beperken. Tegelijkertijd is dat ook een extra argument om NXTGEN HIGHTECH door te zetten en onze zelfstandigheid en voorsprong uit te bouwen.

2.4.6 De mate van vernieuwing van de voorgestelde oplossing

NXTGEN HIGHTECH bouwt voort op bestaande sterktes in de wetenschap en industrie, zoals optomechatronica, bionanotechnologie en Cyber Physical Systems. Op de zes toepassingsdomeinen wordt met innovaties een “sprong” beoogd. De innovaties zullen bestaan uit soms grote (en mogelijk disruptieve) en soms kleine (incrementele) stappen vooruit, gebruik makend van nieuwe wetenschappelijke inzichten, met partijen uit diverse sectoren. Voorbeelden uit de zes domeinen:

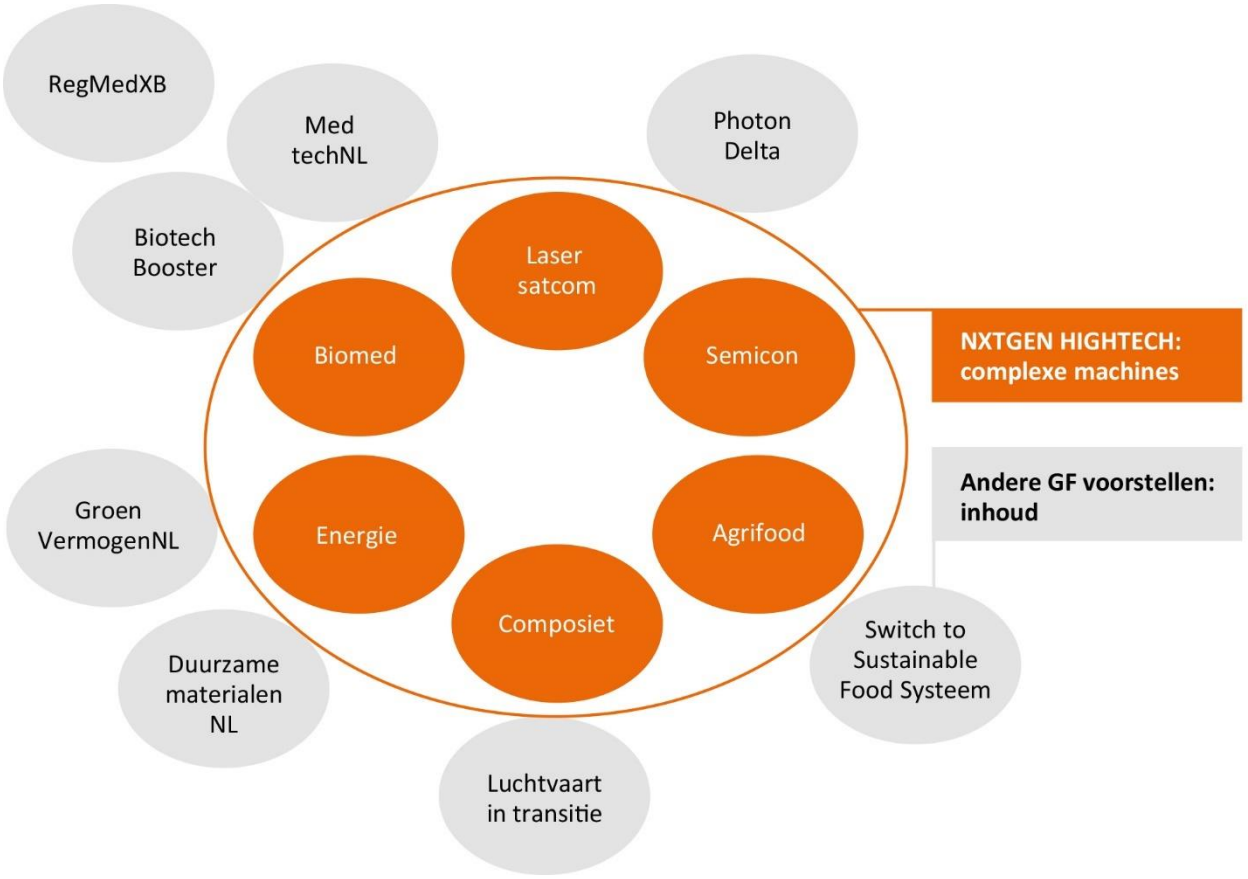
- Draadloze communicatie met een laserbundel is een nieuwe techniek: veiliger, sneller en energiezuiniger dan radiocommunicatie. Deze maakt nieuwe diensten mogelijk en omzeilt de bandbreedte beperkingen in het radiospectrum. De applicatie gaat bestaande telecom aanvullen en misschien deels verdringen. Het vergt een nieuwe combinatie van spelers uit de wereld van vliegtuigen en satellieten, met die uit de laser communicatieapparatuur (optomechatronica). Het vergt extreme precisie om, ondanks verstoringen zoals wind, trillingen en warmte, met een bundel over duizenden kilometers de ontvanger ter grootte van een decimeter te raken. Het verzenden van kwantumsleutels met een laserbundel biedt een nieuw en veilig communicatiesysteem.
- In een tuinbouwkas een robot die tomaten herkent, plukt, verpakt, en tegelijk een schimmel identificeert en die met een goed gemikt stootje koud plasma onschadelijk maakt. Robots zijn productiever, vervangen belastend werk door mensen, maken duurzamer teelt mogelijk. Dit vergt tal van incrementele verbeteringen, bijvoorbeeld in patroonherkenning en snelle ‘closed loop’ terugkoppeling van visie naar actie, die samen een disruptieve handsfree teelt mogelijk maken. Kennis uit de tuinbouw komt hier samen met technologie uit de maakindustrie. Deze uitdagingen komen deels overeen met die van een productiestraat van lichtgewicht composiet onderdelen. Ook daarin moet een robot kunnen ‘zien’ (patroonherkenning) en voorwerpen kunnen pakken en verplaatsen zonder botsingen (sensoriek, actuatoren, grippers).
- Terugdringen van veel tussenstappen en handwerk bij de productie van composiet onderdelen: NXTGEN HIGHTECH mikt op de volgende generatie robotisering in een flexibele productiestraat om de grondstoffen (polymeren en vezels) om te zetten in 3D producten, zonder defecten, in kleine en grote series, flexibel, met grote precisie en tegen lagere kosten. Bijvoorbeeld voor de automotive markt. Het vergt wel een nieuwe combinatie van spelers uit de maakindustrie, robotica en composieten.
- In schone energie maken de NXTGEN HIGHTECH deelnemers een sprong vooruit met batterijen op solid state basis: sneller laadbaar, hogere capaciteit, minder kwetsbaar. Daarbij gebruiken ze dunne film technologie en ervaringen uit de maakindustrie.
- In de electrolysers zijn stappen vooruit nodig om met superdunne films op oppervlakken de functionele eigenschappen te verbeteren. Verder onderzoek is nodig om knelpunten te begrijpen en op te lossen. Dunne films kunnen een disruptieve doorbraak betekenen.

- In de biomedische productie is de uitdaging te komen tot betere medicatie en gezondheidzorg door betere ‘mensmodellen’ bij het testen (lab-on-chip en Organ-on-Chip) en door kunstnieren en kunstcellen. Dierproeven worden overbodig. Hier brengt NXTGEN HIGHTECH de spelers uit de levenswetenschappen, de technologie uit de semicon en de ervaring uit de maakindustrie bij elkaar om een nieuwe waardeketen te bouwen.
- In de semicon gaat NXTGEN HIGHTECH een nieuwe generatie chips mogelijk maken waarin fotonen en elektronen samenkomen: heterogene integratie. Die chips werken sneller en vergen minder energie. Dat wordt een enabler voor de semicon- én fotonica-industrie.

De Nederlandse wetenschap en industrie werken al jaren nauw samen op deze terreinen, maar deels binnen de vertrouwde domeinen. NXTGEN HIGHTECH wil die domeinen bijeen brengen om samen sneller voortgang te boeken.

2.4.7 De samenhang tussen de voorgestelde oplossing en andere projecten

NXTGEN HIGHTECH richt zich op de complexe productietechnologie in zes domeinen. Het raakt daarmee aan andere voorstellen voor het Groeifonds. Dit biedt kansen op synergie: samen sneller voortgang boeken. In deze paragraaf wordt daarop ingegaan. Het schema geeft een impressie. In 2.4.4. wordt de samenhang met de IPCEI’s benoemd.



Figuur 6 De belangrijkste raakvlakken en kansen voor synergie van de zes NXTGEN HIGHTECH domeinen met andere Groeifonds voorstellen of projecten

De belangrijkste raakvlakken en kansen voor synergie binnen de zes toepassingsdomeinen met andere Groeifondsvoorstellen zijn de volgende.

Laser Satcom: raakvlakken

Lasercommunicatie heeft een raakvlak met PhotonDelta: laser communicatie richt zich op het gebruiken van nieuwe optomechatronische technologie voor datacommunicatie via laser. Toekomstige laser communicatieproducten kunnen gebruik maken van geïntegreerde fotonica. Bij het NXTGEN HIGHTECH voorstel ligt de nadruk op de componenten (met specificaties) voor de integratie in de laser communicatiesystemen. Hoe deze componenten gemaakt moet worden ligt buiten de scope van het NXTGEN HIGHTECH domein Laser Satcom en wordt door PhotonDelta opgepakt.

Semiconductor equipment: raakvlakken

Semicon heeft een raakvlak met PhotonDelta: dat werkt aan nieuwe fotonica inzichten en producten; in semicon gaat het om de productie van heterogeen geïntegreerde chips waarin fotonische schakelingen gecombineerd worden met semiconductors.

Handsfree agrifood: raakvlakken

- Agrifood heeft een raakvlak met Switch to Sustainable Food Systems (S2SFS): Agrifood richt zich op handsfree en duurzaam produceren met robotica in de kas, bij open teelt, veeteelt en in de voedselverwerking. S2SFS richt zich op verduurzaming van en komen tot een circulair voedselsysteem zonder verspilling en vrij van GHG-emissies. De focus ligt op de eiwittransitie van dierlijk naar plantaardig en het volledig gebruik van agrogrondstoffen. Robotica in de productieketen zal daarbij helpen.
- Daarnaast is er een raakvlak van agrifood met AI Ned. Dit is goedgekeurd in de eerste ronde. Aangezien AI een essentiële component is in vele Agrifood oplossingen wordt verwacht dat deze aansluiting heel natuurlijk zal verlopen. Daarnaast is er ook een potentiële aansluiting bij het gebruik van digital twins.
- Verder is er mogelijk een raakvlak met Biotechnologie. Er is een raakvlak in sensorsystemen die het fenotype classificeren (kenmerken en gedrag van planten en dieren). Dit kan agrifood gebruiken voor monitoring van de teelt en snellere detectie van ziekten en plagen bij gewassen.

Flexibele microfabrieken voor composieten: raakvlakken

- NXTGEN HIGHTECH composieten richt zich op de ontwikkeling van gerobotiseerde en gedigitaliseerde productiestraten van composiet onderdelen voor auto- en aero-markten. Dat is complementair aan de Defensie demonstrator van composiet onderdelen in Duurzame MaterialenNL, die zich richt op de ontwikkeling van composiet delen voor bijvoorbeeld marineschepen met bijvoorbeeld schokbestendigheid. Bij beide speelt ook duurzaamheid en circulariteit (bij de productie, gedurende het gebruik, aan het einde) een rol.
- Luchtvaart in Transitie richt zich op hoe lichtgewicht composiet onderdelen helpen bij duurzame vliegtuigen.

Productieapparatuur voor energy storage- and conversion: raakvlakken

- 1e ronde GroenvermogenNL kijkt o.a. naar electrolyse. In het algemeen lagere TRL (1-3) dan NXTGEN HIGHTECH (TRL4-6), en zonder specifieke aandacht voor productie-equipment. Verder grootschalige demo's op basis van bestaande technologie voorgesteld, dat zou NXTGEN HIGHTECH kunnen aanvullen. Weinig aandacht voor doorbraken op systeemniveau, dat komt mogelijk wel in NXTGEN HIGHTECH. Dit wordt afgestemd via ECCM.
- 2e ronde GroenvermogenNL. Betreft herindiening van m.n. grootschalige demonstratieprojecten. Dat is op basis van huidige technologie, overlapt niet. Kan NXTGEN HIGHTECH vooruit helpen omdat meer kennis over (uitdagingen bij) opschaling beschikbaar komt. Afstemming loopt via ECCM.
- 2e ronde Duurzame MaterialenNL: NXTGEN HIGHTECH focust op de productietechnologie, Duurzame MaterialenNL op de nieuwe materialen.

Biomedische Productietechnologie: raakvlakken

Biomedische Productietechnologie heeft raakvlakken met RegMedXB, MedtechNL, PhotonDelta, Biotech-Booster. Biomedische Productietechnologie richt zich op het opschalen van veelbelovende Proof-of-Concepts die bestaan uit technologische (sensors, chips) en biologische (coatings, cellen) bouwblokken. We brengen deze Proof-of-Concept toepassingen (TRL3) naar TRL 4,5,6 in dit programma. We doen dit voor de toepassingsgebieden Lab-on-Chip, Organ-on-Chip, Artificial Organs en Celproductie apparatuur. Deze toepassingsgebieden hebben sterk overlappende basis bouwblokken en dus kunnen processen en apparatuur voor grootschalige productie worden gedeeld. We ontwikkelen geen nieuwe toepassingen (TRL 1-3) en we richten ons niet op de commercialisatie/implementatie van toepassingen (TRL 7-9). We werken echter wel nauw samen met toepassingsontwikkelaars en eindgebruikers om te zorgen dat de input en belangen van deze stakeholders worden meegenomen bij de ontwikkeling van de productieprocessen en -apparatuur.

Meer in detail over de raakvlakken van Biomedische Productietechnologie:

- RegMedXB richt zich op het produceren en ontwikkelen van nieuwe regeneratieve geneeskunde toepassingen. Zij gebruiken daarbij de huidige generatie celproductie apparatuur. De celproductie apparatuur die ontwikkeld wordt binnen NXTGEN HIGHTECH is de volgende generatie apparatuur waar (onder andere) de partners van RegMedXB gebruik van kunnen maken in de toekomst. Dit is ook de reden dat RegMedXB betrokken is bij NXTGEN HIGHTECH en input levert als 'eindgebruiker' voor het opstellen van de eisen en specificaties van de apparatuur.
- MedtechNL richt zich op innovaties in medische technologie die zijn nodig om de uitdagingen in de zorg te tackelen. NXTGEN HIGHTECH ontwikkelt industriële technologie voor grootschalige productie van nieuwe biomedische producten en heeft een bredere scope dan alleen medical devices. MedtechNL focust op de ontwikkeling, testen en implementatie van medical devices; NXTGEN HIGHTECH op de productietechnologie om technologische en biologische bouwblokken te integreren en grootschalig te kunnen produceren.
- PhotonDelta wil de infrastructuur voor grootschalige productie van fotonische chips uitbreiden en versterken. Dat is een nuttige basis voor NXTGEN HIGHTECH omdat binnen Biomedische Productietechnologie toepassingen worden voorzien met fotonische chips. Binnen Biomedische Productietechnologie richten wij ons in principe niet op het opschalen van de individuele bouwblokken (zoals fotonische chips or semicon sensors), maar op het opschalen van de gecombineerde producten met zowel technologische als biologische bouwblokken. Er is dus geen overlap tussen de programma's, maar de infrastructuur van PhotonDelta kan in de toekomst

grootschalig bouwblokken produceren die weer input zijn voor de supply chain van NXTGEN HIGHTECH.

- Biotech-Booster richt zich op de toepassing en implementatie (TRL 7-9). NXTGEN HIGHTECH richt zich op de productietechnologie (TRL 4-6). Er is een gedeelde interesse in regulatoire aspecten, maar waar deze binnen Biotechnologie zich richten op wetgeving en markttoelating, richt Biomedische Productietechnologie zich meer op vroege-fase kwalificatie in samenwerking met de regulators. Het Nederlands Organ-on-Chip Consortium hDMT, domeintrekker Biomedische Productietechnologie, is nauw betrokken bij HollandBIO, trekker van Biotech-Booster zodat overlap wordt voorkomen. Daarnaast is HollandBIO bij Biomedische Productietechnologie betrokken.

De programma's die aan elkaar raken houden contact over raakvlakken en kunnen voortbouwen op elkaars resultaten.

2.4.8 Verankering investeringen in uitvoeringspraktijk

Het programma start in 2022 met een startimpuls en heeft een looptijd van zeven jaar (2022-2029). Er is voorzien in een midterm review in 2026, waardoor het tweede deel van het programma bijgestuurd kan worden op basis van de ervaringen en behaalde resultaten.

Het doel van het programma is het realiseren van een coherent, internationaal toonaangevend en wendbaar ecosysteem door in te zetten op de kansen van nieuwe hightech equipment, de technologiebasis te versterken en het ecosysteem te ondersteunen. Deze activiteiten leveren resultaten op, toegelicht in de Theory of Change (5.3). De gevraagde financiering is niet structureel, doordat projecten verankerd raken in de markt, wetenschap rendeert volgens de geldende wegen en overige programma's stoppen of gefinancierd raken middels andere wegen. Zie hiervoor (4.4).

Met name inzet op de toepassingspijler zal leiden tot een verstevigde positie van het Nederlands bedrijfsleven doordat OEM's en OMM's aan de top van nieuwe waardeketens gefaciliteerd worden, en daarmee een structurele versteviging van de positie van het Nederlands bedrijfsleven bewerkstelligen. In deze nieuwe waardeketens zijn nieuwe exportproducten, werkwijzen en innovaties ontwikkeld die een deel van de markt opnemen.

Ook door middel van afstemming met het ondernemersforum en de nationale adviescommissie (zie hiervoor 3.2.1) wordt de verankering in de uitvoeringspraktijk van enerzijds het bedrijfsleven en anderzijds de beleidspraktijk geborgd, zodat eventuele belemmeringen daar kunnen worden weggenomen.

2.4.9 Spillovers: brede toepasbaarheid voor derden

NXTGEN HIGHTECH betrekt een brede kring bij de activiteiten, binnen het deelnemersveld (342 partijen) en daarbuiten:

- De ecosysteemactiviteiten in pijler 3 nemen een centrale plaats in. De zes aspecten die daar worden aangepakt (gezamenlijke visieontwikkeling, fysieke zwaartepunten in het ecosysteem, aansluiting met investeringskapitaal, aantrekken talent en opleidingen, samenwerking in het ecosysteem en internationalisering) hebben tot doel het ecosysteem breed te mobiliseren en spillover effecten te creëren. De website nxtgenhightech.nl wordt het digitale platform.
- De verdiepingsprogramma's kennen open access, wetenschappelijke openheid, die daarin de standaard is.

- In de toepassingsdomeinen zullen de deelnemers de resultaten testen en demonstreren in field labs waar ook andere partijen, zoals het MKB, bij welkom zijn.

NXTGEN HIGHTECH brengt 319 bedrijven bij elkaar. Daarvan zijn 130 grotere bedrijven en 189 (dat is 60%) MKB. Een kwart is start- of scale-up en 5 jaar of jonger.[95] Enkele voorbeelden zijn Blueplasma en Gearbox Innovations in Handsfree Agrifood; Aircisison en ISISpace in Laser Satcom; CEAD en QLayers in Composieten; Leydenjar en SALD in Energie; NextKidney in Biomedische productietechnologie; Hydraloop in Smart industry. Het programma is meegebouwd door al die nieuwe spelers. Onmisbare partners daarbij zijn 23 kennisinstellingen: universiteiten, hogescholen, UMC's, onderzoekorganisaties. Die brede kring deelnemers is opgebouwd in de anderhalf jaar voorbereiding waar ondernemers en onderzoekers mee hebben gewerkt in tientallen sessies. Zij hebben hun deelname aan de projecten nu bevestigd met letters of intent en die kunnen van start.

Daarnaast kunnen partijen die hier nog niet aan meedoen alsnog aanhaken aan de projecten die via de NWO open calls worden opgeroepen op de sleuteltechnologieën. Die staan open voor nieuwe projectvoorstellen van kennisinstellingen in samenwerking met bedrijven. Verder is in veel domeinen rekening gehouden hoe resultaten breder te verspreiden middels bijvoorbeeld een fieldlab. Er is voor de Smart Industry activiteiten in de ecosysteempijler liaison capaciteit voorzien, zie 3.1.3.5. Specifiek ook vanuit NXTGEN HIGHTECH zal jaarlijks een voortgangsevent organiseren dat open staat voor iedereen. Aan het eind van fase 1 zal NXTGEN HIGHTECH bezien welke projecten verder gaan naar fase 2, en in welke vorm. Dat is ook opnieuw een gelegenheid voor nieuwkomers om aan te sluiten bij een projectconsortium. Zie ook fasering in 3.1.4.

2.5 Subsidiariteit

NXTGEN HIGHTECH is een nationaal programma dat de hightech maakindustrie versterkt en uitbouwt. Het past bij Europese initiatieven zoals Horizon Europe en het publiek-private partnership Made in Europe. Het past ook bij regionale initiatieven ter versterking van regionale innovatie ecosystemen. Activiteiten op de drie niveaus versterken elkaar:

- Op *nationaal* niveau beoogt NXTGEN HIGHTECH de positie en samenwerking van de betrokken partijen te versterken, van onderwijs en onderzoek en MKBs tot de wereldspelers. NXTGEN HIGHTECH past bij het nationale missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid en bouwt voort op de samenwerking tussen publieke en private partijen die daarin de afgelopen jaren opgebouwd is. Het nationale innovatiebeleid beoogt versterking van sleuteltechnologieën zoals AI, robotica, fotonica, semicon, bionano en materialen, en van de kennis en innovatie ten behoeve van maatschappelijke uitdagingen op duurzaamheid (onder meer in de agro, energie en mobiliteit) en gezondheid. Het nationale beleid heeft echter geen centrale financiering: het brengt in het Kennis- en InnovatieConvenant 2020-2023 zelfstandige financiers en uitvoerders bijeen zoals bedrijven, NWO, departementen en regio's, die beslissen hun budgetten in samenwerking in te zetten. NXTGEN HIGHTECH brengt partijen bijeen om samen kansen te benutten bij complexe productietechnologie op diverse domeinen.

En daarnaast:

[95] RVO, op basis van koppeling met KvK data.

- Op *Europees* niveau richten de programma's en activiteiten zich op samenwerking op wetenschap, technologie en innovatie, op thema's die relevant zijn voor de gehele EU. Die samenwerking stimuleert specialisatie en taakverdeling op Europese schaal en versnelt de ontwikkeling van kennis, technologie en markten. Dat is essentieel bij NXTGEN HIGHTECH: de betrokken technologieën, waardeketens en markten zijn Europees en vaak zelfs wereldwijd, Nederlandse partijen opereren daarbinnen, en moeten daarin hun specialismen uitbouwen. NXTGEN HIGHTECH is verbonden aan Europese initiatieven die de partijen in de EU bijeen brengen, grotendeels in EU-kader en daarnaast in ESA voor de Laser Satcom.
- Op *regionaal* niveau bouwt NXTGEN HIGHTECH op activiteiten ter versterking van ecosystemen, zoals scholing, stimulering van innovatieve starters, nieuwe kennis toepassen in het MKB via field labs. De voorziene zwaartepunten op locaties bij de NXTGEN HIGHTECH programma domeinen vullen die aan, onder meer in de Brainportregio Eindhoven, de regio Zuid-Holland verbonden aan Delft en Leiden, de regio Twente en in Lelystad.

3 Planuitwerking

3.1 Projectplan

De doelstelling van het NXTGEN HIGHTECH programma is realiseren van een coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem, middels het realiseren van nieuwe hightech toepassingen in de toepassingspijler, het versterken van de technologiebasis in de verdiepingspijler en gerichte interventies op het ecosysteem in de ecosysteempijler. De volgende paragrafen gaan hierop dieper in.

3.1.1 Activiteitenplan Toepassingspijler

In het NXTGEN HIGHTECH programma zullen zes toepassingsprogramma's worden uitgevoerd. Het centrale doel van deze toepassingsprogramma's is om nieuwe producten en technologieën te ontwikkelen en deze toepasbaar te maken voor nieuwe waardeketens, zie paragraaf 2.3. De uitwerking van het toepassingsprogramma op hoofdlijnen is te vinden in paragraaf 2.4.1.

In paragrafen 3.1.1.1 tot en met 3.1.1.6 worden de zes toepassingsprogramma's nader toegelicht. De samenvattingen zijn als volgt gestructureerd:

- De naam van het toepassingsprogramma
- Het domeinconsortium van het toepassingsprogramma met de domeintrekker **vetgedrukt**
- De ambitie van het toepassingsprogramma: wat is de stip op de horizon na afronding van NXTGEN HIGHTECH?
- De uitdaging van het toepassingsprogramma. Wat is de noodzaak, waarom is het relevant voor de hightech equipement industrie, hoe link het aan de diverse technologieën en wat is de reden tot overheidsinterventie?
- Een of twee flagships. Illustraties van geselecteerde projecten die representatief zijn voor het domein en duidelijk de verbinding met de sleuteltechnologieën en andere programmaonderdelen aangeven
- De aanpak van het toepassingsprogramma. Korte omschrijving van de gekozen aanpak in het toepassingsprogramma en de logica erachter.
- Maatschappelijke en economische impact. Onderbouwd door bottom-up inschatting betrokken consortium van maatschappelijke en economische impact toepassingsprogramma. In box uitgelicht de McKinsey analyse[96], zoals nader toegelicht in 5.1. In elk boxje staat een zwart en een blauw staafje: zwart voor de minimum, blauw voor de maximum verwachting van McKinsey.
- Een totaaloverzicht van de projecten.
- Een totaaloverzicht van de betrokken partners, die een letter of intent hebben afgegeven.
- Een budgettabel met de budgetreeks voor dit toepassingsprogramma.

[96] "McKinsey, NXTGEN HIGHTECH: Market and impact assessment, National Growth fund, August 2021" conf.

3.1.1.1 Toepassingsprogramma 1 Biomedische productietechnologie

Domeinconsortium: [redacted]

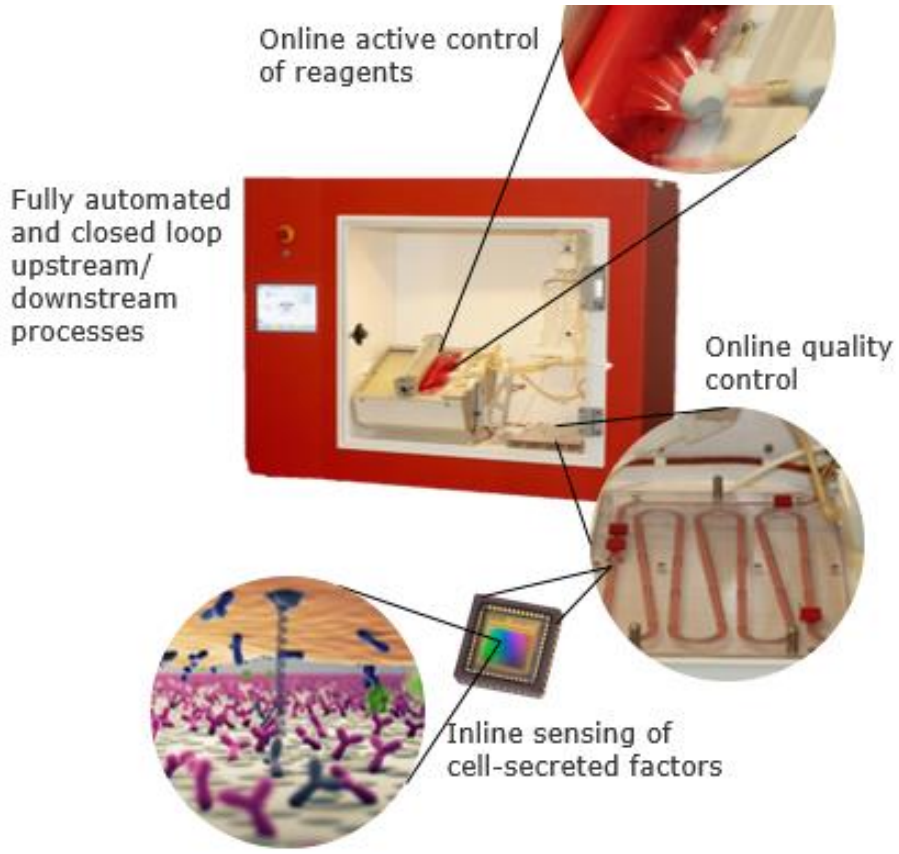
Ambitie

De ambitie van dit programma is de realisatie van een internationaal onderscheidende productieketen, gebouwd op een nieuwe generatie (bio)productietechnologie en gebruikmakend van de grote Nederlandse kennis van zulke toepassingen. Deze keten is in staat op grote schaal biologische en technologische bouwblokken te integreren tot biomedische producten en productieapparatuur voor (gepersonaliseerde) diagnostiek, medicijnontwikkeling en (regeneratieve) therapie.

Uitdaging

De (academische) kennis in Nederland is zeer hoog op het gebied van Lab-on-Chip, Organ-on-Chip, Artificial Organs en Cel-productietechnologie, maar zij wordt niet (goed) omgezet in producten. De voornaamste reden hiervoor is het ontbreken van een productietechnologie keten; een zeer multidisciplinaire keten die nodig is van toeleveranciers van hoogwaardige specialistische onderdelen op zowel het technologische als het biologische vlak. Deze productieketen gezamenlijk opzetten is nodig om de 'Valley of Death' te overbruggen: de prototype biomedische producten moeten namelijk al gemaakt worden met hoogwaardige technieken die ook in het eindproduct gebruikt worden vanwege de kwalificatie. De hightech equipment partijen met specialisatie in benodigde sleuteltechnologieën (robotica, mechatronica, semicon processing, thin film & plasma, bionanotechnologie) zijn in Nederland aanwezig, maar zijn vooralsnog veelal actief in andere toepassingsgebieden. Biomedische productie is dus een grote marktkans waar zij zien dat ze op in kunnen spelen. De huidige productieapparatuur en -processen zijn echter nog niet compatibel met elkaar en met biologische onderdelen (bijv. biomaterialen en cellen). Hiervoor zijn innovaties in systeemtechnologieën (Systems Engineering, Smart Industry) nodig en een groot, publiek-privaat samenwerkingsverband om essentiële uitdagingen voor een mogelijke waardeketen op te lossen zoals standaardisatie, kwalificatie, faciliteiten en uiteindelijk opschaling. Het momentum is er nu en alleen via een grootschalig toepassingsprogramma, zoals hier gepresenteerd, kan Nederland de leidende kennispositie omzetten in een dominante industriële koploperspositie.

Flagship project

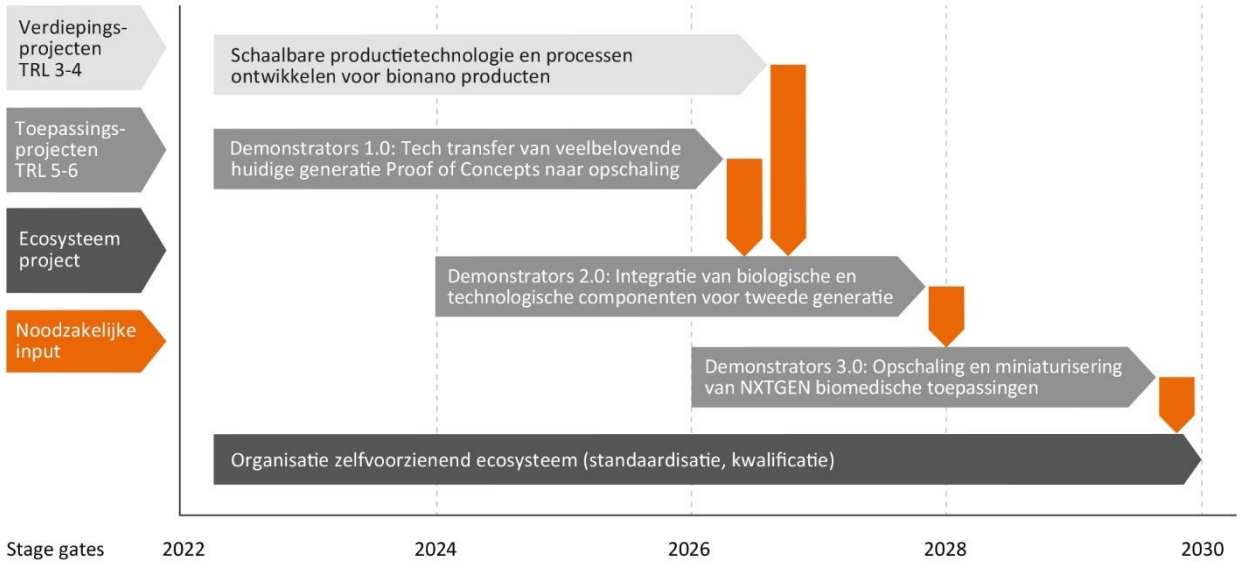


Life Sciences i.c.m. systems engineering en slimme productie: NXTGEN geautomatiseerd bioreactorsysteem vereist een grote hoeveelheid biosensoren, met als doel sturen van het biologische proces op basis van meetgegevens.

Aanpak

In Biomedische Productietechnologie zijn de benodigde gemeenschappelijke machines en processen geïdentificeerd en worden deze in een ecosysteem bij elkaar gebracht: de zogenaamde One-Stop-Shop (project biomed 01). Dit is een benaming voor het ‘loket’ waarachter de keten op elkaar afgestemd is: eindgebruikers hebben zo toegang tot alle multidisciplinaire kennis en afgestemde technologie op één (virtuele) plek. Om direct waarde te genereren voor de betrokken bedrijven worden er naast afgestemde machines en processen voor een gemeenschappelijke basis ook specifieke demonstrators ontwikkeld. Dit zijn voorbeelden van belangrijke producttypes in dit programma (projecten biomed 02 t/m 05). Door verschillende bedrijven in het ecosysteem te laten bouwen aan relevante demonstrators krijgen zij concrete gemeenschappelijk doelen om samen met eindgebruikers te ontwikkelen. De waarde van de demonstrators overstijgt echter de toepassingen: op deze manier krijgen de bedrijven de kans om samen te werken en hun technologieën in een relevante omgeving op elkaar af te stemmen. Daarnaast wordt er in het programma op knooppunt locaties geïnvesteerd in fysieke infrastructuur die breed inzetbaar is voor de biomedische productie en toegankelijk voor verschillende bedrijven. Essentieel is dat vanuit de One-Stop-Shop, waar alle consortium partners aan bijdragen,

gemeenschappelijke uitdagingen worden opgelost die de zelfstandige toekomst van de waardeketen borgen: standaardisatie in samenwerking met het NEN, kwalificatie in samenwerking met hDMT, CBG-MEB en RIVM, en ecosysteem ontwikkeling in samenwerking met High Tech NL. Door bestaande Europese samenwerkingen met bijvoorbeeld CEN-CENELEC, zal Nederland in staat zijn internationale standaarden te definiëren. In specifieke verdiepingsprojecten worden fundamentele productietechnologie uitdagingen voor bionanotechnologie aangepakt.



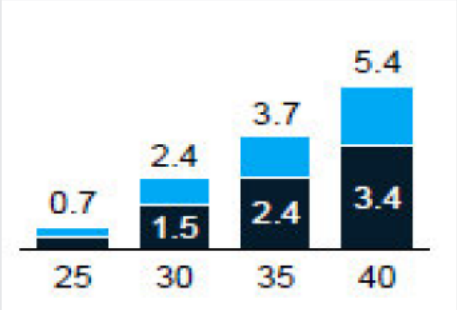
Figuur 7 Roadmap biomedische productietechnologie

De roadmap van biomedische productietechnologie (Figuur 7) laat zien dat met behulp van de verschillende demonstrators concrete stappen worden gezet in de tech transfer, integratie van biologische en technologische bouwblokken, en tot slot de opschaling. Hierbij is ondersteuning vanuit de verdiepingsprojecten essentieel. In parallel wordt het ecosysteem verder ontwikkeld. Het succes van eerdere stappen is een voorwaarde om de volgende stap met succes uit te kunnen voeren.

Maatschappelijke en economische impact

Het toepassingsprogramma Biomedische Productietechnologie past naadloos in de strategie van de Nederlandse overheid om de bestaande onderzoek- en innovatiesystemen te versterken. Specifiek de doelstelling dat elke Nederlander in 2040 vijf extra gezonde levensjaren moet hebben zal moeten worden gerealiseerd met nieuwe soorten biomedische technologie (bijv. regeneratieve geneeskunde, personalized health, point-of-care diagnostics). Verder wordt ook het verdienvermogen van huidige Nederlandse medische technologie vergroot, door creatie van een nieuwe exportmarkt voor autonome artificiële organen. Voor thuisdialyse systemen zijn de verwachte opbrengsten €2 miljard over de

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Biomedische Productietechnologie (BPT) domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat BPT maximaal 5,4 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040. Leidende posities van Nederland zijn o.a. te verwachten op het gebied van Artificial organs (kidney).

komende 10 jaar in Europa. Daarnaast sluit het programma ook aan bij de sterke maatschappelijke wens om het gebruik van proefdieren sterk te verminderen.

Ook de wereldwijde markt voor Biomedische Productietechnologieën is enorm. Alleen al de wereldwijde markt voor hiPSC (stamcellen) bedroeg in 2017 al ruim $ 1,245 miljard en de verwachting is dat deze in 2023 bijna $ 2 miljard zal bereiken. De compound annual growth rate (CAGR) voor de markt wordt geschat op circa 8% tot 2023. De totale markt van Organ-on-Chip werd in 2017 ingeschat om te groeien met een CAGR van 38% naar $117 miljoen in 2022. Daarbij moet nog een deel van de organoid markt worden opgeteld die een CAGR van 23,3% heeft en een geschatte omvang van $2,899 miljard in 2024.

Tabel 8 Totaaloverzicht projecten Biomedische productietechnologie

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Biomed 01: One-Stop-Shop		5.1.1.c	
Biomed 02: Lab-on-Chip			
Biomed 03: Organ-on-Chip			
Biomed 04: Artificial Organs			
Biomed 05: NXTGEN Celproductietechnologie			
Totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Biomedische productietechnologie zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent

- **Bedrijven (51):** 5.1 2.f

5.1 2.f [redacted]

- **Kennisinstellingen (14)**: 5.1 2.f [redacted]
- **Overig (3)**: 5.1 2.f [redacted]

Partners met Letters of Support (12): 5.1 2.f [redacted]

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Biomedische productietechnologie zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Tabel 9 Beoogde financiering toepassingsprogramma Biomedische productietechnologie, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds	5.1.1c								
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogramma totaal									

3.1.1.2 Toepassingsprogramma 2 Semiconductor Equipment

Domeinconsortium: [redacted]

Ambitie

De ambitie van dit programma is een nieuwe generatie back-end semicon apparatuur te ontwikkelen voor heterogene integratie; het samenvoegen (in een package) van gespecialiseerde en fotonische chips met verschillende functionaliteiten welke samenwerken in een chiplet (of system in package). Daarnaast wordt er metrology equipment ontwikkeld voor de volgende generatie meet apparatuur, welke fotonische chips moet kunnen doormeten. Op deze gebieden kan er een unieke internationale positie voor Nederland worden opgebouwd en hierdoor ontstaat er een bredere Semicon basis naast de front-end lithography bij ASML en de conventionele back-end equipment.

Uitdaging

De semiconductor equipment-industrie is een belangrijke sector voor Nederland. Het is een drijvende kracht achter innovaties in vele sleuteltechnologieën, vertegenwoordigt veel werkgelegenheid en een grote export. Deze sector moet zich blijven verbeteren en inspelen op de komende veranderingen in de chipsector. Nederland heeft een unieke positie op gebied van productie- en inspectiemachines voor de semiconductor markt. De productie van de chips zelf is juist veelal geconcentreerd in Azië en kenmerkt zich door complexe waardeketens die daardoor kwetsbaar zijn voor verstoringen door geopolitiek. Om voldoende autonomie te behouden is een wederzijdse strategische afhankelijkheid noodzakelijk.[97] Op dit moment is Nederland hierbij sterk afhankelijk van een smaldeel van de industrie (ASML, ASMI en BESI).

Tegelijkertijd zien we verschuivingen in de technologieën voor chips. Enerzijds zien we dat voor traditionele elektronische chips er een verschuiving plaats vindt van gestructureerde data (bijv. bedrijfsgegevens en videostreaming) naar de verzameling van ongestructureerde data (Internet of Things, Sociale data, machine data). Deze ongestructureerde data vraagt een ander soort gespecialiseerde chips, deze moeten alle dicht op elkaar gestapeld worden om snel samen te kunnen werken alsof ze samen 1 grote chip zijn (chiplet). Tegelijkertijd neemt de vraag voor fotonische chips ook toe, tussen $2 en $5 miljard markt schatting voor biosensing en $20 tot $30 miljard voor automotive applicaties in het volgende decennium. De totale markt omvang van de fotonische componenten markt wordt geschat op $80 miljard voor het komende decennium.[98,99] Voor veel

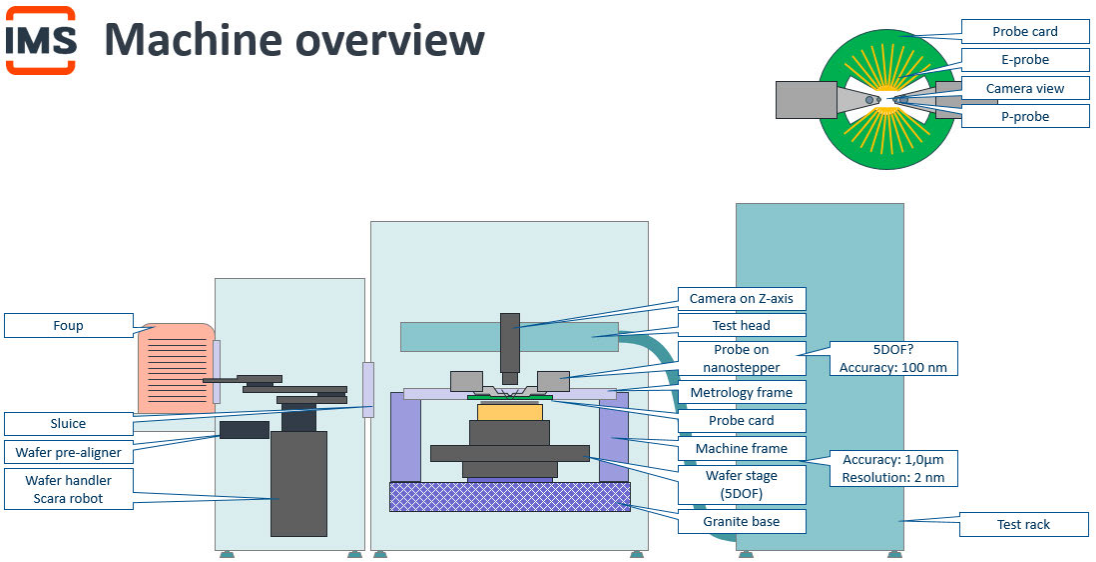
[97] Peter Wennink (CEO ASML) bij Nieuwsuur (22-04-2021): “Afhankelijkheid van Azië is op zich geen probleem, als Azië ook maar afhankelijk is van Europa. En dat zijn de productiemachines. Wederzijdse afhankelijkheid zorgt voor balans en samenwerking, en daarmee lage kosten, snelle innovatie en goede betrekkingen.”

[98] PhotonDelta, Data center and telecommunication Integrated photonics roadmap

[99] Voorspelling door Lightwave Logic inc.

toepassingen is het nodig dat gespecialiseerde chips en fotonische chips met verschillende functionaliteiten samenwerken in een chiplet. Het combineren van deze chips noemen we *heterogene integratie*, en de technologieën die nodig zijn om dit mogelijk te maken *advanced packaging.* Het NXTGEN HIGHTECH Semiconductor equipment programma beoogt om, in synergie met onze unieke lithografie equipment positie, een unieke internationale positie voor Nederland te realiseren op het gebied van *heterogene integratie*. Om dit mogelijk te maken is er nu de noodzaak om de apparatuur voor deze integratie te ontwikkelen. Echter de markt voor de hierboven beschreven toepassingen staat nog in de kinderschoenen en zal zich in de komende jaren gaan ontwikkelen, daarmee is het voor de bedrijven een probleem om de financiering van de ontwikkeling van deze apparatuur in deze fase al voor elkaar te krijgen. Het Groeifonds kan hierin de doorslaggevende factor zijn, door dit mogelijk te maken kunnen de bedrijven deze ontwikkeling starten terwijl de markt ook tegelijkertijd deze transitie doormaakt. Wanneer de bedrijven de ontwikkeling af zullen hebben zal er een grote vraag zijn naar de ontwikkelde apparatuur en kan Nederland dus meteen hierop inspelen en daarbij de koppositie vasthouden in de (heterogene) semicon apparatuur markt. Om deze nieuwe apparatuur te ontwikkelen zal er gebruik gemaakt worden van state-of-the-art optomechatronica, robotica en semicon device technieken. Maar ook zal deze nieuwe generatie apparatuur van het begin af aan nadrukkelijk aandacht hebben voor system engineering, om deze complexe apparatuur zo doordacht mogelijk te ontwerpen met elementen als digital twinning en predictive maintenance reeds ingebakken van het begin af aan.

Flagship project

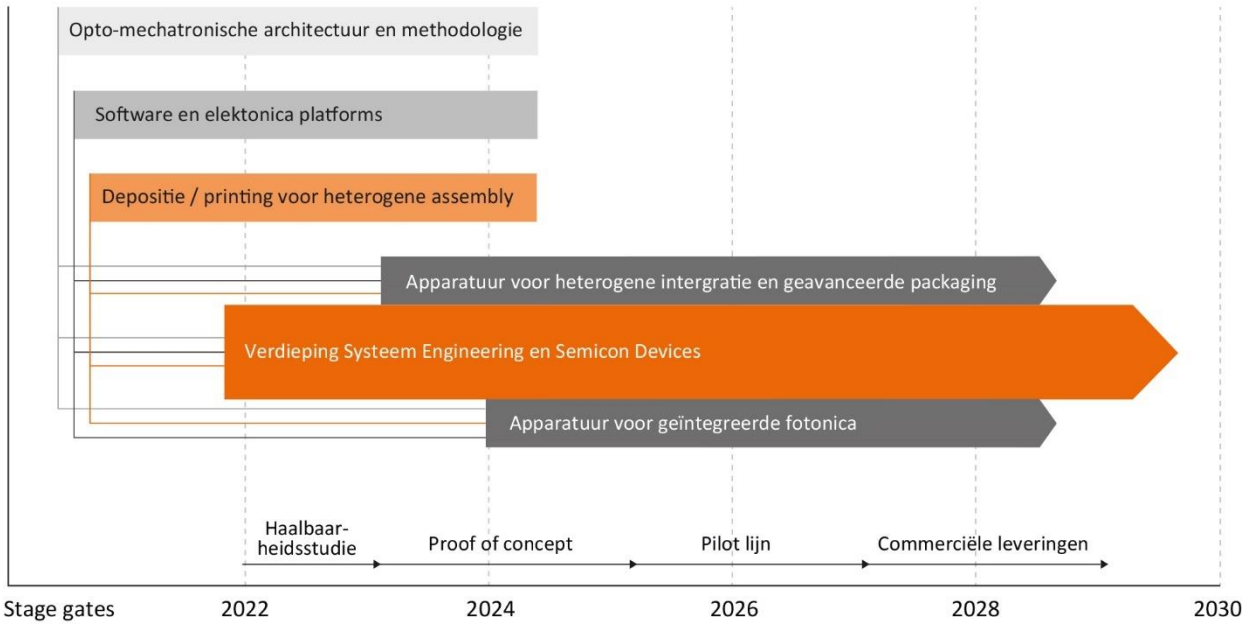


Schematische weergave van de Photonic Test Prober (PTP), dit apparaat kan fotonische chips, snel en efficiënt testen. Daarmee zal voorkomen worden dat defectieve chips worden ingebouwd in producten.

Aanpak

Het programma kent drie programmalijnen. Middels twee inhoudelijke programmalijnen wordt in consortia gewerkt aan nieuwe productie- of inspectiemachines. Een werkpakket innovatiemanagement is ondersteunend aan het geheel en monitort de voortgang en concentreert zich op de gezamenlijke

ontwikkeling van een technologie-roadmap, kennisdeling naar partners in de sector (ook de partijen welke niet primair deelnemen aan dit voorstel), en kennisdeling met andere toepassingsprogramma's.

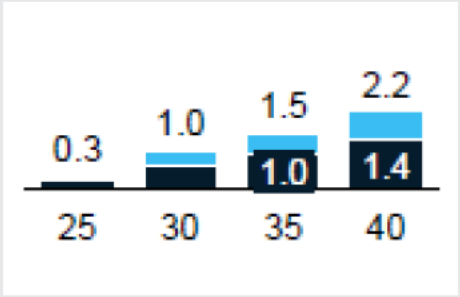


Figuur 8 Roadmap Semicon Equipment

De voorziene roadmap voor het toepassingsdomein Semiconductor Equipment (Figuur 8), technisch wordt de ontwikkeling gevoed door verdieping van binnen en buiten het semicon domein. De op te leveren apparatuur zal worden ontwikkeld door eerst een proof of concept te realiseren waarna het apparaat kan worden uitontwikkeld in een pilot lijn, alvorens de eerste commerciële leveringen zullen plaatsvinden tegen het einde van de looptijd.

Maatschappelijke en economische impact

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Semicon domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat Semicon maximaal 2,2 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040. Leidende posities van Nederland zijn vooral te verwachten op het gebied van photonics packaging.

Naast de economische drivers is deze sector ook van strategisch belang in het internationale politieke spel. Nederlandse machines brengen onze afhankelijkheid van Taiwan, Korea en Amerika in balans. Ook zullen de heterogene modules bijdragen aan kritische waardenketens, zoals automotive en datacommunicatie voor o.a. IoT en edge computing. De afgelopen periode is pijnlijk duidelijk geworden dat met regelmaat diverse fabrieken stil gelegd werden, omdat er een tekort aan chips is. Dergelijke discontinuïteit werkt verstorend en zal in de toekomst voorkomen moeten worden. Daarnaast zullen e-health, decentrale energieopwekking (smart energy grid) en artificial intelligence van deze ontwikkeling profiteren doordat heterogeneous integration gedistribueerde intelligentie van netwerken mogelijk maakt. De leveranciers van de “chips van de toekomst”, de fotonische chipmakers, zullen ook gebaat zijn bij het feit dat de meest geavanceerde machines voor deze applicaties in hun nabijheid worden ontwikkeld. Zo kunnen deze Nederlandse bedrijven uitgroeien tot dominante spelers in de fotonische chip markt. De apparatuur makers van de te ontwikkelen apparatuur zullen eveneens de kans krijgen een dominante positie op te bouwen in hun markt. Bij een succesvolle ontwikkeling en succesvolle bescherming van de ontwikkelde apparatuur en opgedane kennis zullen een groot gedeelte van de toekomstige chip(lets) door “onze” apparaten zijn gemaakt en of getest.

Tabel 10 Totaaloverzicht projecten Semiconductor Equipment

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Semicon 01: Process optimization for high TRL & high MRL PLD		5.1	1.c
Semicon 02: Next Generation High Tech System architectures			
Semicon 03: NXTGEN Chip Assembly Equipment			
Semicon 04: (Nano) Metrologie Systemen			
Semicon 05: Technologie-programma ‘Deposition and Printing for Heterogeneous assembly’			
Semicon 06: Kulicke & Soffa Odin			

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Semicon 07: NXTGEN Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment		5.1 1.c	
Semicon 08: Metrologie Equipment voor Kritisch Opschalen van Pic Productie			
Semicon 09: Assembly & Packaging Equipment voor high volume PIC Productie			
Toepassingsprogramma totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Semicon Equipment zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent

- **Bedrijven**: 5.1 2.f
- **Kennisinstellingen**: 5.1 2.f
- **Overig**: 5.1 2.f

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Semicon Equipment zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Tabel 11 Beoogde financiering toepassingsprogramma Semiconductor Equipment, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds	5.1.1.c								
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogramma totaal									

3.1.1.3 Toepassingsprogramma 3 Laser Satcom

Domeinconsortium: [redacted]

Ambitie

De ambitie van dit programma is om met een cluster van Nederlandse Hightech Equipment bedrijven wereldwijd leidende posities te verwerven voor toepassingen, producten en technologieën op de opkomende en groeiende markt van laser satellietcommunicatie.

Uitdaging

In 2030 zal draadloze communicatie via laserbundels en satellieten (Laser Satcom) een onmisbaar deel van onze globale communicatie-infrastructuur zijn. Zowel de markt als het ecosysteem voor deze optische communicatiesystemen zijn nu volop in ontwikkeling. Optische communicatie is tot duizendmaal sneller dan radioverbindingen bij minder energieverbruik. Laserverbindingen zijn bijna onmogelijk af te luisteren en zeer moeilijk te verstoren. Optische verbindingen faciliteren implementaties van innovaties uit het kwantum domein, zoals kwantumsleutels die de inhoud volledig beschermen. Draadloze communicatie via laser is dus sneller, zuiniger en veiliger dan de huidige technieken.

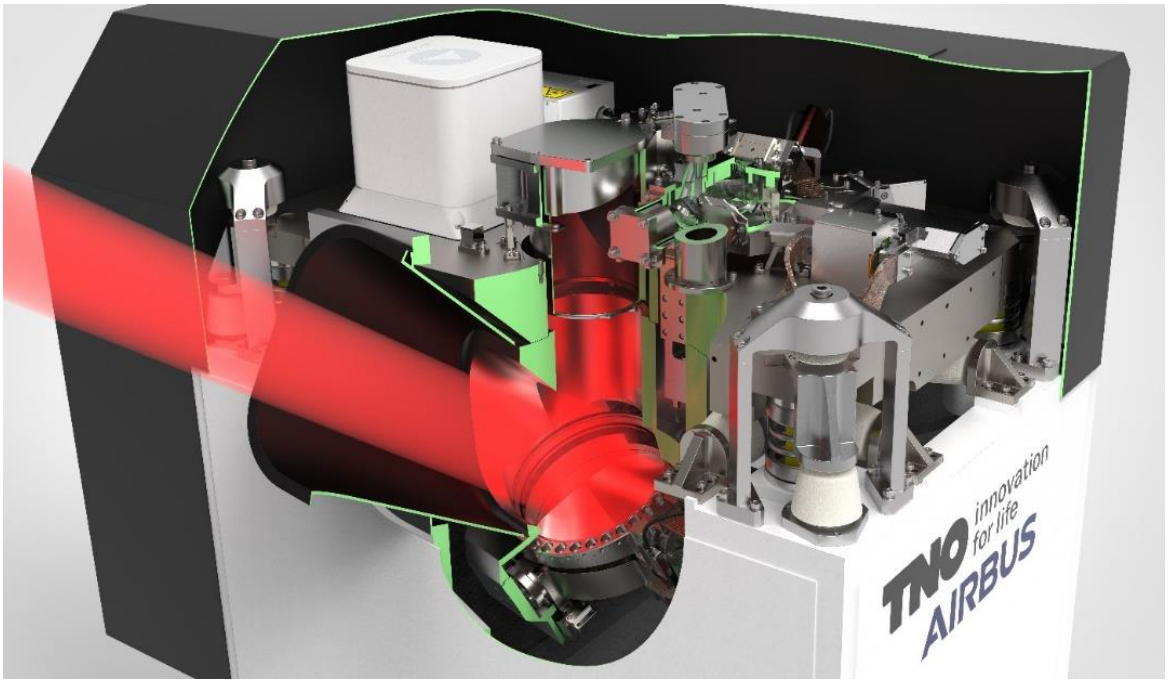
Laser satellietcommunicatie is een markt in ontwikkeling. De grote Europese marktspelers zoals Airbus en Thales ontwikkelen integrale roadmaps voor de gehele lasercommunicatie-infrastructuur. Ambitieuze bedrijven (OEM's) in verschillende landen, zowel gevestigde partijen als nieuwkomers, ontwikkelen innovatieve apparatuur die onderdeel moet worden van die systemen van de toekomst. Satellietoperators als Oneweb, SpaceX, Telesat, SES, Viasat en anderen werken hierop samen met investeerders, banken en overheden. Nederland heeft een sterke startpositie: We kunnen voortbouwen op bestaande competenties in optomechatronica en precisietechnologie, opgebouwd voor o.a. toepassing in semicon equipment en ruimtevaart. De Nederlandse activiteiten zijn opgenomen in internationale roadmaps van grote aangesloten spelers zoals Airbus en Viasat . Voor het opschalen van de productie van de terminals is de Nederlandse maakindustrie goed toegerust.

Om deze kansen te pakken moeten twee barrières geslecht worden:

1. Het overbruggen van de valley of death: De risico's voor de ontwikkelende bedrijven zijn groot. De technologie is nog niet productierijp en de opkomende markt zoekt gekwalificeerde terminals tegen marktprijzen. Het is cruciaal dat een onderscheidende technologische positie gerealiseerd wordt op een hoog TRL-niveau. Het is nu nodig om de "demonstrator" projecten die reeds gefinancierd zijn te versnellen en uit te breiden tot een ambitieus programma met een lange termijn roadmap en daarmee de kansen voor de Nederlandse industrie te verzilveren.
2. Het sluiten van de waardeketen. De Nederlandse industrie rond lasercommunicatie moet aansluiten bij de toppartijen in het internationale ecosysteem: Hiervoor moet Nederland op een passend niveau deelnemen aan internationale ontwikkelingsprogramma's, in het bijzonder het ESA-programma.

Posities worden nu ingenomen en NL moet aan het front meedoen op de geselecteerde domeinen waarop de kans het grootste is om de barrières te slechten en het vliegwiel van innovatie op gang te brengen.

Flagship project: Snelle en veilige optische verbinding tussen vliegtuig en satelliet



In dit project wordt een vliegtuig optische communicatie terminal gerealiseerd die kan communiceren met satellieten. Hierdoor wordt vliegtuig communicatie in de toekomst veiliger en sneller. Toepassing is zowel militair als civiel. De ontwikkeling is gesteund door Airbus.

Aanpak

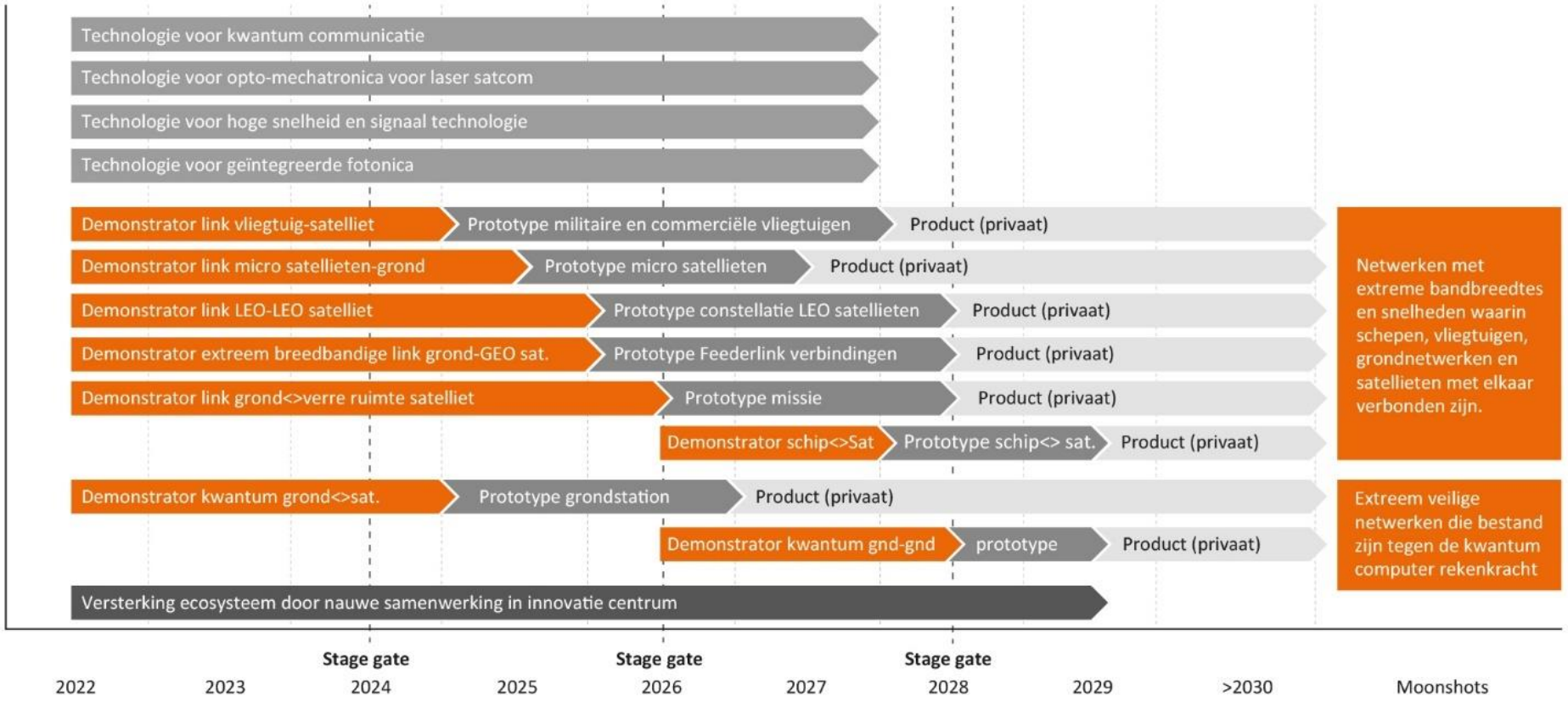
Het programma is uitgedrukt in onderstaande roadmap. Deze roadmap bestaat uit verbinding projecten (onderste deel, oranje & mint) en verdieping projecten (bovenste deel, blauw). De verbindingsprojecten brengen partijen bijeen in waardeketens en vinden aansluiting in de internationale context. Elke waardeketen heeft specifieke eigen spelers en omstandigheden maar delen ook technologie en onderdelen. Het plan voorziet een verlenging en verhoging van de Nederlandse deelname aan het ESA-programma ARTES Scylight.[100] Nederlandse spelers worden in dat programma gekoppeld aan Europese partners.

De verdiepingsprojecten ontwikkelen pre-competitieve technologie, verminderen het technisch risico dat investeerders afschrikt en bevatten een innovatiecentrum voor alle spelers. De focus ligt op cruciale

[100] ESA's ScyLight (Secure and Laser communication technology) programme supports the research, development and evolution of optical communication – laser – technologies, and provides flight opportunities for their in-orbit verification (https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/ScyLight) Nederland heeft 14 mln ingeschreven voor de periode 2020-2022. Het Groeifondsvoorstel beoogt dit te verhogen in de volgende periode.

bouwstenen die nodig zijn om onderscheidende producten te realiseren. Daarmee wordt het probleem van de “valley of death” geadresseerd.

De focus in het programma ligt op het realiseren van demonstraties en prototypes om zo investeerders en klanten te overtuigen van de potentie. Dit zorgt ervoor dat de producten hun weg naar de markt kunnen vinden. De laatste ontwikkelingstappen kunnen dan gefinancierd worden en de verkoop levert inkomsten op die weer deels ingezet kunnen worden om de producten verder te verbeteren. Het vliegwiel van innovatie is dan op gang en de genoemde barrières zijn geslecht.

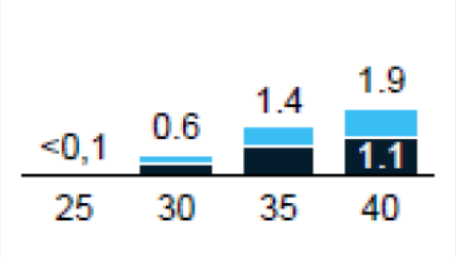


Figuur 9 Roadmap Laser Satcom

Maatschappelijke en economische impact

De behoefte aan meer bandbreedte en aan digitale veiligheid in communicatie is tastbaar en wordt snel groter. De integratie van laser communicatietechnologie in onze netwerken maakt onze digitale infrastructuur toekomstbestendig. Met de opbouw van kennis en het ecosysteem scheppen we de randvoorwaarden voor deze grote maatschappelijk transitie en doen we in de wereld mee aan het front van de ontwikkeling. De exponentiele groei aan data behoefte is voorlopig nog niet te stuiten en posities die nu verworven worden kunnen dus op lange termijn voor meer inkomsten en werkgelegenheid zorgen. Door bij te dragen aan een draadloze optische communicatie-infrastructuur kunnen we zowel de capaciteit als de digitale veiligheid faciliteren.

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Laser Satcom domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat Laser Satcom equipment maximaal 1,9 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040 (exclusief omzet uit onderhoud). Leidende posities van Nederland zijn vooral te verwachten op het gebied van vliegtuig- en scheepsterminals.

Ruimtevaart is een groeimarkt. De totale Space economie groeit naar verwachting van circa 340 miljard dollar in 2016 naar 1.000 miljard in 2030 en naar 3.000 miljard in 2040 (inschattingen o.a. Goldman Sachs en Morgan Stanley).[101] Belangrijke domeinen die hierin zullen groeien zijn breedbandig en veilige satelliet-internet diensten en verkoop van grond-equipment. Satelliet-internet diensten zullen verbeterde connectiviteit aanbieden (sneller, veiliger, overal beschikbaar) door middel van optische communicatie en andere technologieën. Het totale ingeschatte aandeel in de markt van 'Laser Satcom Equipment' voor Nederlandse space en hightech industrie, en de daarmee gemoeide effect op het BBP, wordt ingeschat op een omzet tussen de 1,4 en 2,5 miljard euro in 2040.[102] Additioneel wordt omzet verwacht uit de toekomstige markt voor het onderhouden van deze systemen. Dit wordt geschat tussen de 0,6 en 1,1 miljard euro in 2040.[103] Een schatting voor het aantal hoogwaardige banen in Nederland is circa 8500 FTE in 2040.[104]

---

[101] Referenties: Goldman Sachs - Profiles in Innovation - Space - The Next Investment Frontier - 2017-04-04.pdf, https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep25331.7.pdf?acceptTC=true&coverpage=false&addFooter=false, https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy

[102] Deze inschatting ligt ca. 30% hoger dan de McKinsey schatting. Reden hiervan is het hogere marktaandeel (20% tot 33%) voor grond en vliegtuig terminals, op basis van het wereldwijd leidende consortium dat de volledige waardeketen omvat.

[103] Aanpak: Voor onderhoud is jaarlijks 5-10% van de CAPEX waarde op 'installed based' aangehouden (typisch voor grondsystemen van satellite operators is 15% incl. software update op de CAPEX waarde)

[104] Voor een gemiddelde case tussen voor de Laser Satcom Equipment plus Maintenance omzet. Aannames voor FTE berekening: Winstpercentage 15%, Inkoop buiten NL: 25% - 40%, Direct Kosten: 10%, Omzet per FTE: 120 - 150KEuro

Tabel 12 Totaaloverzicht projecten Laser Satcom

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Laser Satcom project 01000 Sat - Sat		5.1 1.c	
Laser Satcom project 02000 Grond - Grond			
Laser Satcom project 03000 Satelliet - Grond QKD			
Laser Satcom project 04000 Verre ruimte / HPE			
Laser Satcom project 05000 Smallsat - Grond DTE			
Laser Satcom project 06000 Grond - Satelliet Feederlink			
Laser Satcom project 07000 Vliegtuig / Schip - Satelliet			
Laser Satcom project 10000 Innovatie centrum			
Laser Satcom project 11000 Technologie ontwikkeling			
Toepassingsprogramma totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Laser Satcom zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent:

- **Bedrijven (inclusief MKB):** [OEM's] 5.1 2.f
- **Kennisinstellingen:** 5.1 2.f
- **Overig:** 5.1 2.f

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Laser Satcom zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Tabel 13 Beoogde financiering toepassingsprogramma Laser Satcom, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds	5.1.1.c								
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogramma totaal									

3.1.1.4 Toepassingsprogramma 4 Flexibele microfabrieken voor composieten

Domeinconsortium: [redacted].

Ambitie

De ambitie van het programma “Flexibele microfabrieken voor composieten” is Nederland te positioneren als leverancier van een nieuwe generatie composiet productie equipment, inclusief simulatie en digital twinning, voor een brede waaier aan toepassingen met als eindbeeld: integrale composiet productielijnen die volledig geautomatiseerd zijn en geschikt voor de inzet van recyclebare materialen. Hierbij wordt zowel de huidige marktstandaard in aerospace van thermo hardende composieten (glasvezel en carbon) bediend, als ook de unieke kennis van Nederland op het gebied van thermoplastisch composiet (diverse soorten vezels en harsen) verzilverd en uitgebouwd.

Uitdaging

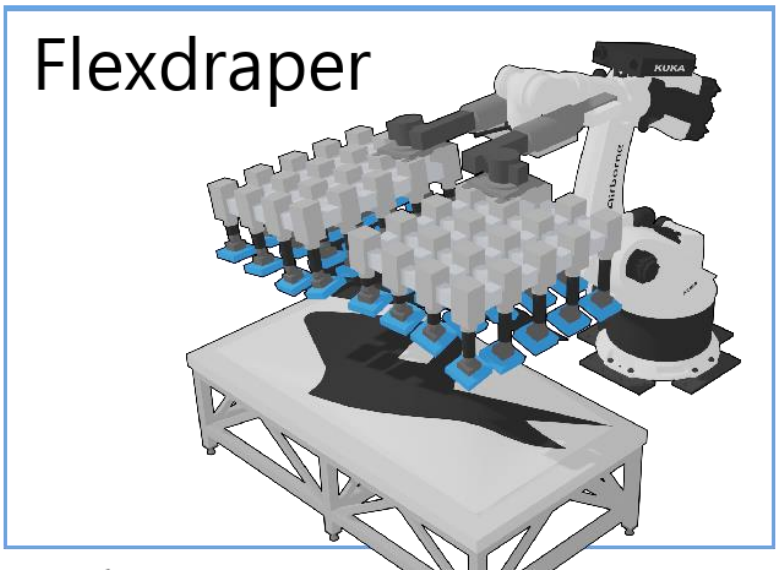
Zowel de luchtvaart als de automotive markt is wereldwijd sterk in ontwikkeling met als groter doel een radicale reductie van de CO_2 emissie. Deze markten groeien sterk en gaan door een duurzaamheidsrevolutie met nieuwe voortstuwingsconcepten (waterstof, elektrisch), nieuwe platforms en veel nieuwe spelers. Essentieel voor het succes van deze ontwikkelingen is lightweighting door middel van composiet materialen. Om de brede toepassing van lichtgewicht, recyclebare, materialen, zoals bij uitstek continue vezel versterkte composieten, mogelijk te maken is het noodzakelijk een step change te maken in industrialisatie van composiet component productie, en daarmee een unieke positie te verwerven.

Automatisering is een logische stap maar de bestaande automatiseringsoplossingen voor composieten zijn te kapitaalintensief, te weinig flexibel en worden nu alleen voor grote-serie producten gebruikt. Vanwege de complexiteit van composiet productie, de high-mix en de noodzakelijke korte time-to-market is een intelligent, flexibel en digitaal geautomatiseerd productieplatform nodig. Het doel is ‘on-demand manufacturing’, waarbij de machines adaptief zijn en de veranderingen in product, materiaal of planning automatisch kunnen realiseren. Dit is geen doorontwikkeling van bestaande mechanische oplossingen, maar vraagt een volledig nieuwe aanpak voor ‘digital automation’ waarmee intelligentie in de machines gebracht wordt. Robotica, advanced mechatronica, zero programming, data collection en machine learning zijn allemaal key elementen van dit nieuwe platform.

Nederland heeft van oudsher een sterke positie in de Europese composietindustrie, gedreven door materiaalbedrijven als Toray (Ten Cate), DSM, Teijin en leveranciers zoals GKN Fokker, Damen, Polytec en VDL, ondersteund door sterke kennisinstellingen en een sterk en innovatief MKB. De Nederlandse composiet industrie heeft een omzet van ca. € 1 mld. en omvat 5000 FTE arbeidsplaatsen. Het toepassingsprogramma composiet gebruikt deze positie en combineert deze met de sterke positie als hightech equipment bouwer tot een unieke positie als ontwikkelaar en bouwer van composiet automatiseringsoplossingen die geïntegreerd worden tot een flexibel digitaal productieplatform en wereldwijd geleverd zullen gaan worden. Deze kans is urgent en vraagt om een gericht programma voor onderzoek, ontwikkeling en toepassing, waarbij ook de overheid bijdraagt.

In vergelijking met Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Frankrijk begint Nederland echter positie te verliezen en dreigt te worden ingehaald door deze landen. De oorzaak is het ontbreken van een gericht programma voor onderzoek, ontwikkeling en toepassing, waaraan ook de overheid bijdraagt. Het is dan heel moeilijk om kennis en patenten in Nederland te houden. Gevolg is dat bedrijven in buitenlands eigendom overgaan. Daarmee zakt Nederland naar achteren in de waardeketen. Lager in de keten zit minder toegevoegde waarde (en winst) en een kleiner marktaandeel. Om de brede toepassing van de lichtgewicht materialen mogelijk te maken en een voorsprong te blijven houden op concurrerende landen is het noodzakelijk een step change te maken in industrialisatie van composiet component productie. De huidige automatiseringsoplossingen voor composieten zijn namelijk te kapitaalintensief, te weinig flexibel en worden nu alleen voor grote-serie producten gebruikt. Vanwege de complexiteit van composiet productie, de high-mix en de noodzakelijke korte time-to-market is een intelligent, flexibel en digitaal geautomatiseerd productieplatform nodig.

Flagship project



Direct 3D laminating system. In 1 productiestap direct van input materiaal naar 3D product. Conventioneel is in meerdere stappen, bv. 2D laminaat maken en vormen in grote pers. Ingangsmateriaal kan zowel virgin als recycled materiaal zijn. Vervormbare end-effector die het vlakke inputmateriaal kan vormen tot 3D vormen zonder het kwetsbare materiaal te beschadigen en o.b.v. algoritmes on-the-fly bepalen waar en hoe het materiaal opgepakt, vervormd en geplaatst moet worden. Sensors die materialen herkennen, defecten scannen en kwaliteit meten voor closed-loop control.

Aanpak

Het verbindingsprogramma composiet bestaat uit twee toepassingsprojecten, onderverdeeld naar markt en toepassingsgebied, en een verdiepingsproject. De projecten omvatten de ontwikkeling van digitale geautomatiseerde composiet productie- en recyclingmachines incl. software en technologie welke internationaal vermarkt gaat worden.

Het project “Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart” richt zich op flexibele automatisering voor toepassing in de aerospace en kenmerkt zich door kleinere series in een hoge mix.

Het project “Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility” concentreert zich op medium tot hoog-volume productie en korte time-to-market, zoals nodig voor automotive en meer in de breedte e-mobility en omvat recycling equipment om de productie zoveel mogelijk circulair te verduurzamen.

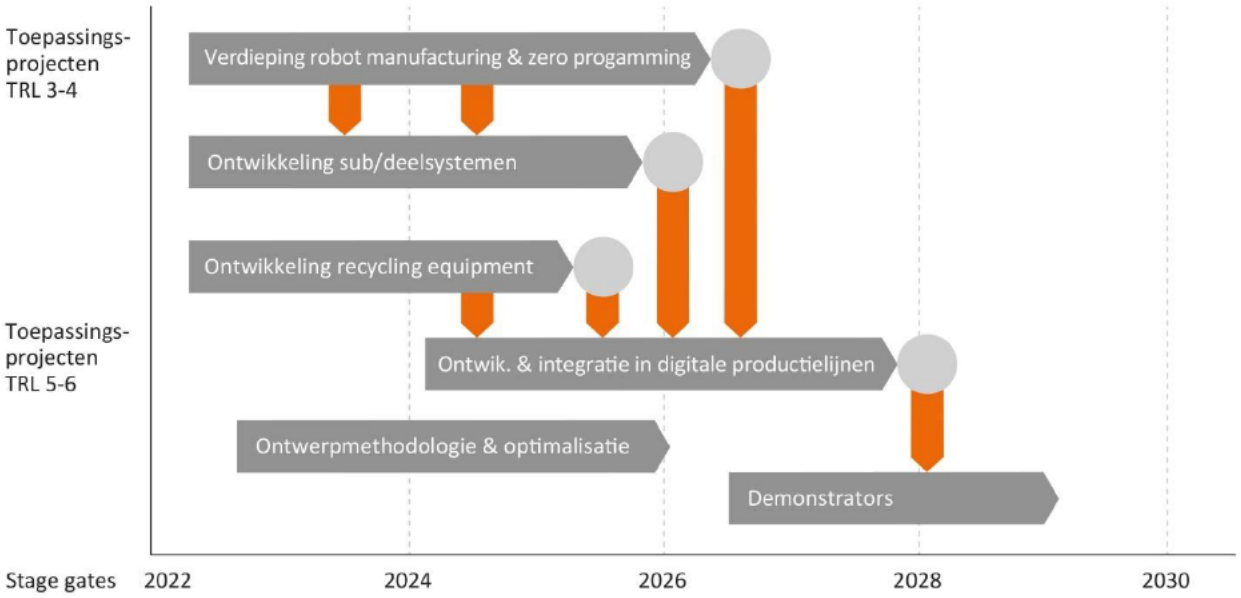
Het verdiepingsproject “Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing” richt zich op zero-programming en closed loop control voor het werken met en produceren van grote structuren, waarbij de werkelijkheid sterker kan afwijken van de theoretische vorm dan in gangbare fabriekscondities.

De roadmap composiet hightech equipment (Figuur 10) is afgeleid van de Nationale samenwerkingsagenda composiet (2019) en heeft twee hoofdlijnen:

1. Verlaging van de productiekosten door automatisering en digitalisering.
2. Aanpassen van het design en engineering proces voor productie van toepassingen met duurzame en circulaire materialen.

De ontwikkeling richt zich in de eerste 4 jaar op:

- Ontwikkeling automatisering / hardware (additive manufacturing, adaptieve processen, flexibele malsystemen, nieuw impregnatieapparatuur);
- Ontwikkeling van software om bijvoorbeeld zgn. Digital Twins van productiesystemen mogelijk te maken, of om sensor (big) data te combineren met modellen om real-time processen aan te kunnen passen, en digital commisioning;
- Ontwikkeling van recycling technologie en equipment;
- Ontwikkeling van ontwerpregels en methoden voor duurzame en geautomatiseerde productie en optimalisatie door automatisering waaronder topology-optimisation;
- Ontwikkeling van toolbox voor zero-programming en closed loop control voor toepassingen waarbij de werkelijkheid sterk kan afwijken van de theoretische vorm.



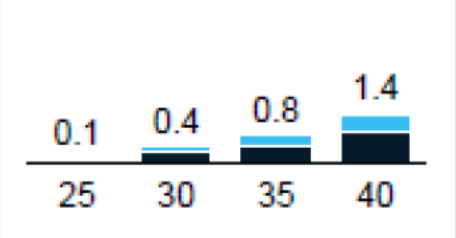
Figuur 10 Roadmap composiet hightech equipment

Na de bovenstaande ontwikkeling van deelsystemen volgt de integratie van deze deelsystemen tot integrale digitale productielijnen. Daarna wordt een demonstrator productielijn ontwikkeld voor thermoplastisch en een voor thermoset composiet, gericht op resp. e-mobility en aerospace toepassing.

De deelsystemen kunnen gedurende het project reeds als losse componenten worden vermarkt. Tijdens de ontwikkeling worden klanten en specifiek Airbus en Boeing betrokken voor input en voor goede en snelle acceptatie in de markt.

Maatschappelijke en economische impact

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Composiet domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat BPT maximaal 1.4 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040. Leidende posities van Nederland zijn vooral te verwachten over het gehele domein.

Het programma draagt bij aan CO_2 emissiereductie middels het aanzienlijk lichter maken van transport- en mobiliteitsoplossingen, significant duurzamer grondstoffengebruik tijdens de productie, het verbeteren van de recycling van de materialen, maar ook middels het versnellen van de introductie van meer recyclebare materialen zoals bijvoorbeeld bio-based kunststoffen.

De Europese markt voor composiet zal de komende jaren met bijna 8% per jaar groeien, door verdere toepassing in aerospace en automotive als ook door nieuwe toepassingen in groeimarkten (energie, semicon, infrastructuur, maritiem). Dit is on par met de globale composiet markt welke verwacht wordt te stijgen van 74 miljard dollar in 2020 naar 112 miljard

dollar in 2025, een CAGR van 9%.[105] Een andere studie voorspelt een CAGR van 7.6%.[106] Specifiek voor composiet maakequipment wordt een marktstijging van 6.1 in 2018 naar 9 miljard in 2023 voorspeld[107], een CAGR van +/- 10%. De gezamenlijk partners van de beide projecten in dit cluster verwachten een omzetgroei van 300 tot 400 mln. Euro/jaar te realiseren in 2030 dankzij de in dit project geschetste ontwikkelingen. Dankzij het sterke Nederlandse machinebouwcluster en de partners in dit project zal deze omzetontwikkeling ook leiden tot een aanzienlijk omzetgroei in het machinebouw ecosysteem.

Tabel 14 Totaaloverzicht projecten Flexibele microfabrieken voor composieten

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart		5.1 1.c	
Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility			
Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing			
Toepassingsprogramma totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Flexibele microfabrieken voor composieten zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent

- Bedrijven: 5.1 2.f
- Kennisinstellingen: 5.1 2.f

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Flexibele microfabrieken voor composieten zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

[105] https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/composite-market-200051282.html

[106] https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/composites-market

[107] https://www.statista.com/statistics/1038174/market-value-composite-manufacturing-equipment/

Tabel 15 Beoogde financiering toepassingsprogramma Flexibele microfabrieken voor composieten, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds	5.1.1.c								
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogramma totaal									

3.1.1.5 Toepassingsprogramma 5 Handsfree Agrifood

Equipment voor betere werkomstandigheden en duurzame voedselzekerheid.

Autonoom tomaten oogsten en vervolgens logistiek verwerken is de eerste systeemsprong die wordt gerealiseerd.

Domeinconsortium: 5.1.2e (5.1.2e , 5.1 2.f5.1.2e 5.1 2.f, 5.1.2e 5.1 2.f 5.1.2e 5.1 2.f , 5.1.2e 5.1 2.f

Ambitie

De ambitie van dit programma is een nieuwe generatie hightech equipment te ontwikkelen waarmee duurzame, maatschappelijk geaccepteerde handsfree voedselproductie kan worden gerealiseerd en waarbij voorop staat dat de werknemers zich ondersteund voelen.

Uitdaging

Agrifood is een economische sleutelactiviteit (met Nederland als tweede landbouwexporteur ter wereld voor €95,6 miljard jaarlijks) om een groeiende en verstedelijkte wereld te voorzien van voedsel. Het realiseren van een systeemsprong naar 'handsfree productie' is nodig. Hier liggen een aantal redenen aan ten grondslag:

Agrifood speelt een cruciale rol in de uitputting van bronnen als bodem, water, brandstoffen en nutriënten als fosfaat en genereert veel impact op het klimaat door emissies en chemische gewasbeschermingsmiddelen.[108] Zo is de agricultuur op dit moment verantwoordelijk voor 21% van de emissie van CO_2.[109]

[108] The future of food and agriculture – trends and challenges - http://www.fao.org/3/i6030e/i6030e.pdf http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf

[109] Megatrends in the agri-food sector: global overview and possible policy response from an EU perspective - https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629205/IPOL_STU(2019)629205_EN.pdf

De beschikbaarheid van arbeid in de Agrifood neemt af. In Europa is het aandeel van de bevolking werkzaam in de Agrifood gedaald van 5,7% in 2005 naar 4,4% in 2016.[110] Wereldwijd is 25% van de bevolking actief in voedselproductie. In Europa is dit inmiddels gedaald naar 5%. Ook landen als China laten een sterke daling zien in het aantal arbeiders in de Agrifood en verwachten dat dit nog sterker zal dalen.[111,112] Ook neemt het aandeel jongeren in de sector af.[113]

De arbeidsomstandigheden voor werknemers in de Agrifood zijn naar verhouding zwaar; extreem koude of warme temperaturen, lawaaierige of vochtige omgevingen, kort-cyclisch werk en hoge mate van complexiteit.

Nederland heeft op dit moment een sterke positie binnen de Agrifood en technologische sector.[114] Echter, kans is dat Nederlandse bedrijven worden ingehaald door buitenlandse partijen als niet wordt ingezet op technologische innovatie.

Binnen de Agrifood sector is in sterke mate sprake van zeer dynamische, onzekere fysieke omgevingen, waarbij hoge standaarden op het gebied van veiligheid, hygiëne, flexibele interactie met fysieke objecten en efficiënte interactie met werknemers en management van belang is. Dit is het wetenschappelijke domein van cognitieve robotica en cyber physical systems (CPS). CPS koppelt genetwerkte softwarecomponenten nauw aan de genetwerkte fysieke wereld (hardwarecomponenten, maar ook mensen en andere levende organismen).

Om deze uitdagingen aan te pakken stelt het NXTGEN HIGHTECH Handsfree Agrifood programma voor in te zetten op handsfree voedselproductie. Handsfree voedselproductie vervangt monotone, kort cyclische repeterende handelingen van Agrifood werkers en versnelt door middel van technologie de verduurzaming en vergroening. Deze ontwikkelingen komen onvoldoende autonoom vanuit de markt tot stand[115]; enerzijds vanwege beperkt investeringskapitaal (3 miljard in vergelijking tot 41 miljard binnen de gezondheidssector) en volwassenheid van MKB bedrijven[116]; anderzijds vanwege het imagoprobleem dat agrofood handelingen relatief simpel zijn, waarbij men niet rekening houdt met de complexiteit van een organische levende omgeving. Het toepassingsprogramma Agrifood adresseert

---

[110] Eurostat – performance of the agricultural sector -

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Performance_of_the_agricultural_sector#Agricultural_productivity

[111] Distribution of the workforce across economic sectors in China 2010-2020 - https://www.statista.com/statistics/270327/distribution-of-the-workforce-across-economic-sectors-in-china/

[112] Employment in agriculture in China - https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=CN

[113] Eurostat - Farmers and the agricultural labour force – statistics –

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farmers_and_the_agricultural_labour_force_-_statistics#Fewer_farms.2C_fewer_farmers

[114] https://investinholland.com/doing-business-here/industries/agrifood/

[115] Strijd om agrarische robots barst los - Verdrievoudiging Nederlandse agritech-markt in tien jaar mogelijk, ABN Amro, augustus 2020

[116] https://www.eib.org/attachments/thematic/feeding_future_generation_en.pdf : 'More than 99% of the companies in the sector are small businesses, which makes it hard to realise economies of scale, to be competitive on the global agri-food market and to take advantage of innovations.'

deze problemen door middel van investeringsprojecten waarbij spelers uit hightech en Agrifood hoek gekoppeld worden.

Flagship project



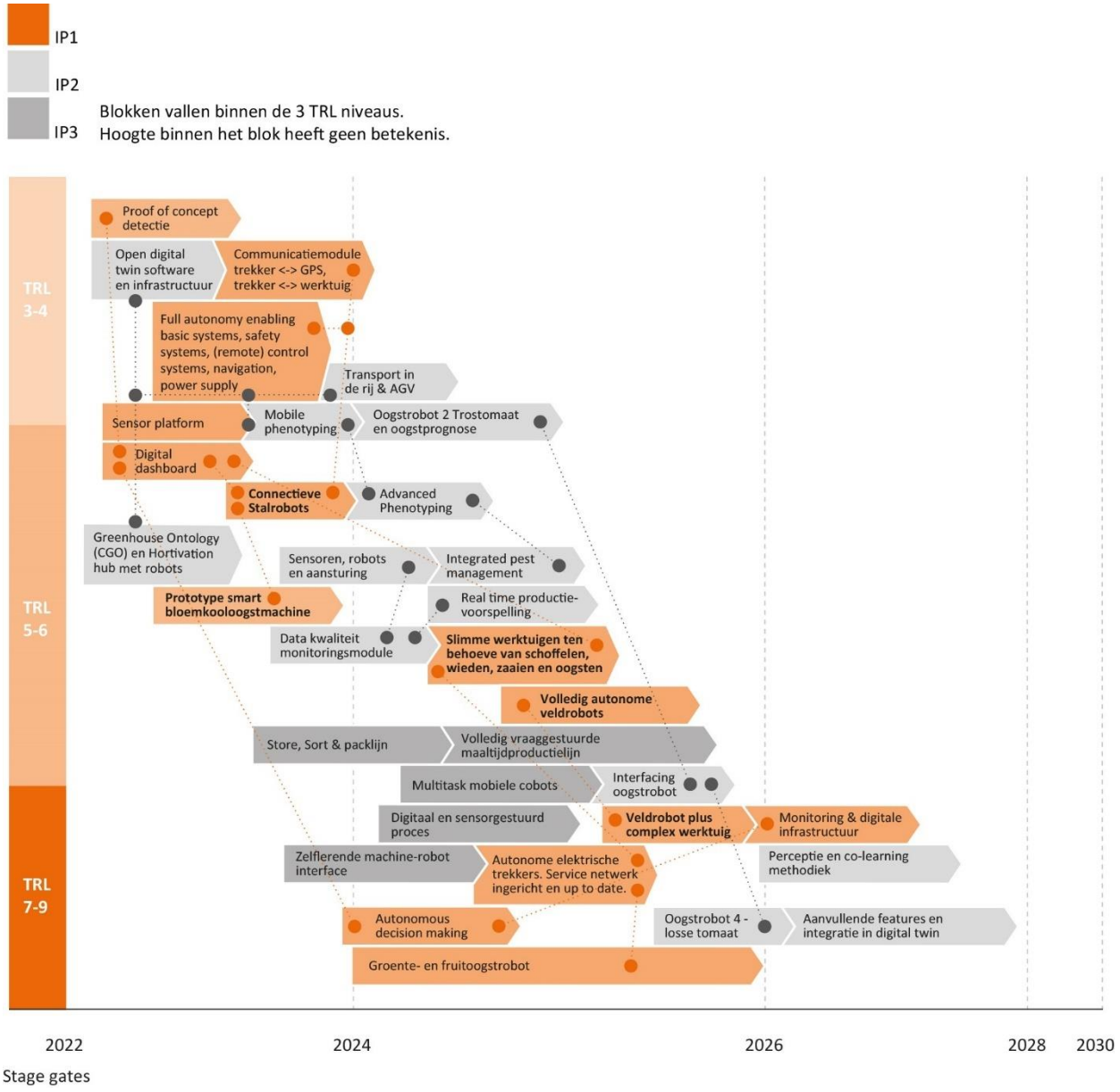
Flagship Innovatiepakket Glastuinbouw: een autonoom opererende tomatenplukrobot binnen innovatiepakket 2, waarbij gebruik wordt gemaakt van de sleuteltechnologieën CPS/Robotica, Sensing, Vision, Optomechatronica, System Engineering. In de regio Westland/Delft/Oostland bevindt zich een zeer sterk cluster van tuinders, wetenschappers en tech ontwikkelaars.

Aanpak

Het Agrifood programma zal een versnelling moeten realiseren en kiest ervoor om de hightech industrie aan te haken bij Agrifood equipment om zo dit doel te realiseren. Het Agrifood Domein omsluit 3 innovatiepakketten - openteelt/veeteelt, glastuinbouw en voedselverwerking met daarin verschillende flagship en use caseprojecten van partners die samenwerken aan technologische kennissprongen. Deze projecten verbinden technologische vraagstukken aan praktijkcasussen die toepasbaar en inzetbaar zijn binnen en tussen innovatiepakketten en domeinen.

1. Innovatiepakket 1 - Integratie en validatie van verschillende deeloplossingen in de open teelt, fruitteelt en veeteelt. Doel van dit pakket is om de transitie naar kringlooplandbouw te ondersteunen met nieuwe technologie. Door de technologische innovatie kan het landbouwsysteem van de toekomst zowel productief, regeneratief en veerkrachtig worden. Voorbeeld; een volledig autonoom, elektrisch aangedreven landbouwvoertuig.
2. Innovatiepakket 2 – Integratie en validatie van verschillende deeloplossingen in de tuinbouw. Het doel van dit innovatiepakket is de implementatie van Growing-as-a-Service via een volledig autonoom teeltsysteem dat vraag gestuurd produceert. Dat moet leiden tot meer leveringszekerheid, efficiënter gebruik van grondstoffen en minder verspilling. Voorbeeld: een autonoom opererende tomatenplukrobot. Dit project is tevens gepositioneerd als inspirerend flagship project.

3. Innovatiepakket 3 – Integratie en validatie van verschillende deeloplossingen in de voedselverwerking. Het doel hierbij is door ontwikkeling en integratie van hightech sleuteltechnologieën voedsel veiliger, flexibeler, meer op maat en duurzamer te kunnen produceren en verpakken. Voorbeeld: een gerobotiseerde in- en uitpakoplossing voor end of line foodpackaging, integraal toepasbaar bij verschillende partijen in de voedsel- en verpakkingsindustrie.



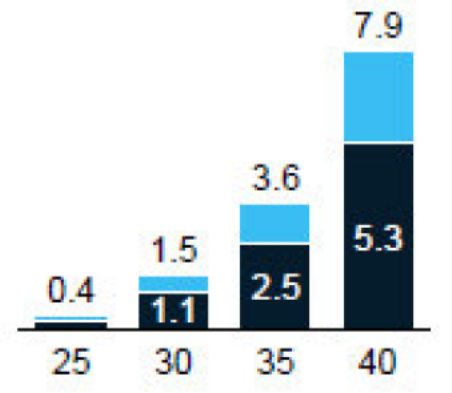
Figuur 11 Roadmap Handsfree agrifood. funnel-stage gate roadmap toepassingsprogramma Handsfree Agrifood. Blokken geven individuele projecten en hun samenhang weer binnen innovatiepakketten (verschillende kleuren). Hoogte van de blokken geeft een indicatie van het technology readiness level (TRL)-niveau over de tijd.

Tussen de toepassingsprogramma's en verdiepingsprogramma's en binnen de consortia zal sterk worden gestuurd op de bewustwording van de wisselwerking tussen hoog en laag TRL, met in de eerste

fase van het programma een sterkere nadruk op verdieping vanuit de sleuteltechnologieën waarbij een lager TRL-niveau aan de orde is maar waarbij wel al wordt gewerkt naar MVPs (minimum viable products) vanuit de consortia. In een later stadium (na 2026) zal een sterkere nadruk liggen op hoger TRL-niveau, geïnspireerd door o.a. (tussentijdse) resultaten in de flagship projecten en men bewust is van het SRL (Societal Readiness Level). Dit stimuleert de consortia om aan het einde van het traject market ready en geaccepteerde producten of componenten te hebben liggen. Tussentijdse evaluatie is in een sterk veranderend speelveld cruciaal. Dit wordt gedaan door elke 2 jaar de gemaakte stappen te analyseren en evalueren.

Maatschappelijke en economische impact

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Agrifood domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat BPT maximaal 7,9 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040. Leidende posities van Nederland zijn vooral te verwachten op het gebied van oogstrobots en voedselverwerking.

Handsfree voedsel produceren zorgt ervoor dat duurzaamheid, biodiversiteit en kwaliteit in het ontwerp van het systeem worden meegenomen.[117] De afhankelijkheid van menselijk beslissen en handelen wordt hiermee kleiner en dat zorgt voor een veel beter geborgde handeling in lijn met duurzaamheidsambities. Bovendien is de complexiteit van het systeem voor individuele mensen nauwelijks te bevatten, met het risico op verkeerde beslissingen. Handsfree voedsel produceren is hiermee ook een waarborg voor duurzaamheid en biodiversiteit. Het is een schaalbare oplossing, en daarmee niet gericht op schaalvergroting, maar juist ook een tool om kortere ketens, local-for-local (bijvoorbeeld innovatieve stadslandbouw) met meer verse en gezonde producten te realiseren. Het draagt daarmee ook aantoonbaar bij aan de energietransitie, zeker als gevolg van minder transport. Toepassing van 'handsfree' oplossingen draagt bij aan een prettiger werkomgeving en tegelijk aan het minder afhankelijk zijn van steeds schaarser wordende arbeidskrachten voor seizoensarbeid en arbeid in extreme omstandigheden.

[117] https://www.wur.nl/nl/show-longread/Kringlooplandbouw-een-nieuw-perspectief-voor-de-Nederlandse-landbouw.htm

Tabel 16 Marktontwikkeling over korte, middellange en lange termijn. Schatting is gemaakt aan de hand van huidige jaarlijkse groeicijfers, de aanname van een 2% additionele groei in verdienvermogen op de middellange termijn door programma activiteiten en 6% groei in verdienvermogen op de lange termijn.

Korte termijn (<5jaar)	Middellange termijn (5-10 jaar)	Lange termijn (>10 jaar)
Nederland kan de concurrentie de baas en borgt een gemiddelde jaarlijkse groei van 5% per jaar. 2021: € 11.5 miljard 2022: € 12.1 miljard 2023: € 12,7 miljard 2024: € 13,3 miljard 2025: € 14,0 miljard	Nederlandse R&D investeringen werpen vruchten af en geven een tijdelijke boost (7%/jaar) 2026: € 15,0 miljard 2035: € 27,5 miljard	De markt zal zich tussen de 10 en 20 jaar normaliseren tot een gezonde jaarlijkse groei. Nederland levert inmiddels meer agritech dan agrifood producten. Toch vraagt de wereld nog veel naar robots en zal ook tussen 10 en 20 jaar een verhoogde groei te zien zijn ten opzichte van normale economische groei (6%). 2040: €36,8 miljard Zonder de investering vanuit het groeifonds en met een aanname dat de groei op 5% p/j zal blijven is de voorspelling voor 2040: €29,1 miljard (verschil van 7,7 miljard).

ABN AMRO schat de huidige wereldwijde omzet van de agritech markt op 6 miljard euro. Nederlandse fabrikanten nemen hiervan meer dan 11 procent voor hun rekening, ofwel 715 miljoen euro. De Nederlandse bijdrage kan naar verwachting meer dan verdrievoudigen naar een omzet van 2,5 miljard euro in 2030, wat neerkomt op een groei van 1,8 miljard euro, ofwel 13 procent per jaar.[115] Dit biedt voor het bedrijfsleven enorme kansen. Daarnaast biedt handsfree produceren een oplossing voor bedrijfsleven rondom afnemende arbeidskrachten.

Tabel 17 Totaaloverzicht projecten Handsfree Agrifood

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw		[redacted]	
Agrifood 02: Innovatiepakket 2 Handsfree Glastuinbouw			
Agrifood 03: Innovatiepakket 3 Handsfree Voedselverwerking			
Toepassingsprogramma totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Handsfree Agrifood zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent

- Bedrijven: [redacted]

5.1 2.f

- Kennisinstellingen: 5.1 2.f
- Overheden (lokaal, regionaal, nationaal, EU): 5.1 2.f

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Handsfree Agrifood zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Tabel 18 Beoogde financiering toepassingsprogramma Handsfree Agrifood, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds	5.1.1.c								
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogrammatotaal									

3.1.1.6 Toepassingsprogramma 6 Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie

Domeinconsortium: [redacted]

Ambitie

Dit programma zet in op de ontwikkeling van equipment en een geïntegreerde, opschaalbare productieketen voor een nieuwe generatie brandstofcellen en electrolyzers, batterijen, en plasma-conversie die een omslag naar verduurzaming van de energievoorziening en van de chemische procesindustrie mogelijk maakt.

Uitdaging

De energietransitie is een van de grootste uitdagingen waar Nederland voor staat. Doelstelling is om een energieneutrale industrie en maatschappij te hebben in 2050. De energietransitie vormt voor het Nederlandse bedrijfsleven een eenmalige, enorme, niet-te-missen kans om een duurzame positie te verwerven in nieuwe waardeketens die generaties zullen voortbestaan met langdurig verdienvermogen. Het ontwikkelen en leveren van hightech equipment voor duurzame energie is een kans die tijdig, dat wil zeggen nú gegrepen moet worden om succesvol te kunnen zijn; dat betekent: nú investeren en posities opbouwen. Tegelijkertijd zijn de technologische en marktrisico's nog aanzienlijk omdat "winnende" technologieën nog niet duidelijk zijn en een systeemverandering nodig is; dit maakt bedrijfsleven nog beperkt bereid om te investeren. Bovendien zijn de complexiteit van de benodigde innovatie en de benodigde jaarlijkse budgetten te groot voor veel (MKB-)bedrijven om zelf volledig te kunnen dragen.

Het energieprogramma binnen NG-HT richt zich op deze marktkans door in te zetten op *schaalbare productie-equipment en processen*, d.w.z. met doorgroeimogelijkheid naar zeer hoge volumes en met voldoende lage cost-of-ownership, op strategische delen van de markt van hightech productie-equipment voor energieopslag en -conversie; dit is inclusief hightech equipment voor productie van grondstoffen voor de chemische procesindustrie vanwege de noodzaak voor omschakeling naar niet-fossiele bronnen. We zetten in op het ontwikkelen van kennis op dunne films, systeemintegratie en plasmatechnologie, waarbij gebruikt gemaakt wordt van al bestaande kennissterkte op deze gebieden t.b.v. de halfgeleider- en elektronica-industrie, en toepassing daarvan in de drie domeinen (electrolysers + brandstofcellen, plasma en batterijen) waarbij we de meeste opportuniteit voor Nederland zien. Kostenreductie en opschaling van productie zijn hier cruciale innovatieopgaven.

Flagship project 1

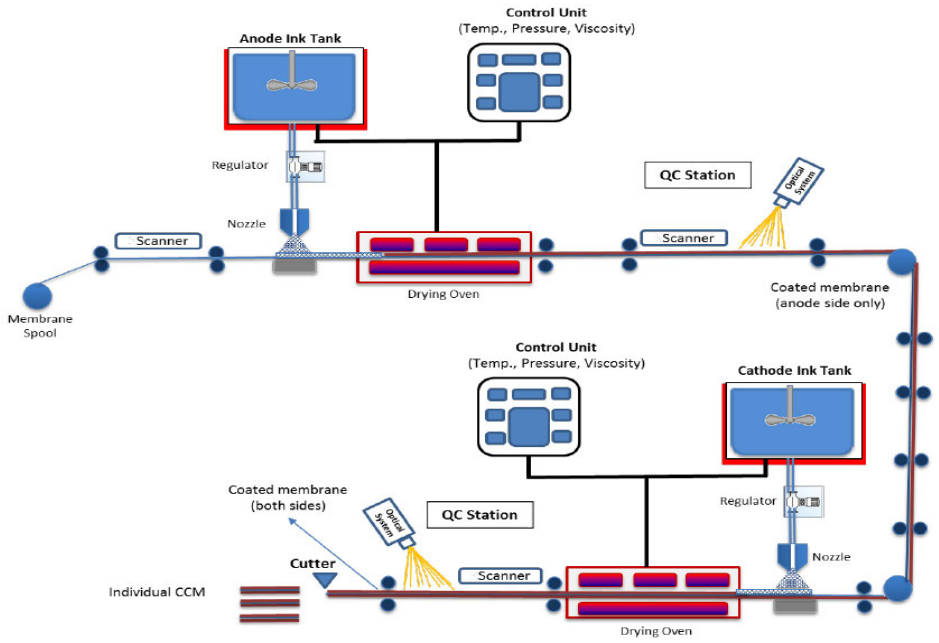


Figure 3. Process flow for catalyst deposition using spray coating

QC = quality control

Schematische weergave van front-end procesflow voor productie van elektrodes t.b.v. elektrolyse (NREL, 2019) waar het 3e-generatie elektrolyser project grote stappen gaat zetten richting nieuwe schaalbare (dunne-film) productiestappen en stack-concepten voor efficiëntie en kostenreductie.

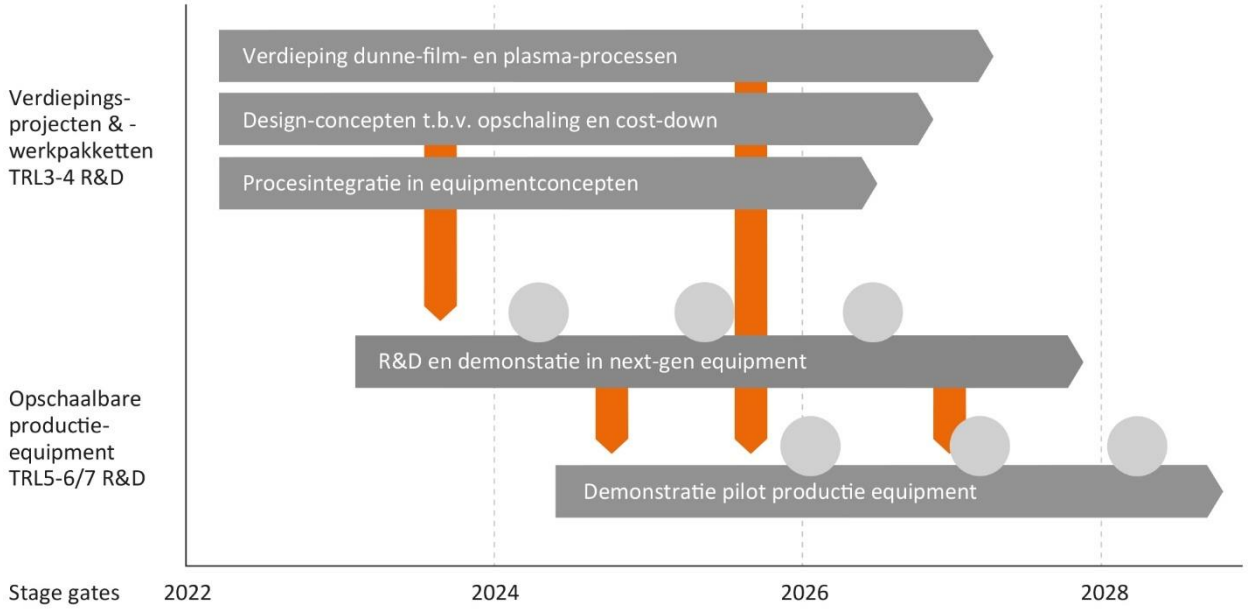
Flagship project 2



Gen2 R&D equipment bij LeydenJar voor fabricage van Si anodefolies. Links en rechts PECVD units, en in het midden de wind/unwind unit. Doel van LeydenJar in NG-HT is een Gen4 machine te ontwikkelen met 100x capaciteit en integratie van nieuwe procestappen en procescontrole.

Aanpak

We kiezen voor projecten in delen van de waardeketen in markten waar Nederlandse een kansrijke positie heeft. Vier projecten zijn gefocust op productie van waterstof en grondstoffen, enerzijds rondom een aantal onderdelen in de elektrolyse waardeketen waarbij met name MEA assembly, stack en cell assembly en systeemintegratie goed aansluiten bij de toegepaste kennisposities, en anderzijds het gebruik van plasma's om waterstof naast hoogwaardige koolwaterstoffen als tweede product te produceren op een thermodynamisch gunstige wijze. De focus op waterstof en grondstoffen past bij het Nederlands beleid en werkt in synergie met andere groeifondsvoorstellen (m.n. Groenvermogen). Hiernaast worden specifieke posities gepakt op de markt voor batterijcomponenten en -productieapparatuur, gegeven de grote wereldwijde opportuniteiten in die markt op basis van de kennisposities en de al actieve Nederlandse bedrijven. Alles tezamen biedt dit synergie tussen de technologische oplossingen en risicospreiding tussen de projecten.



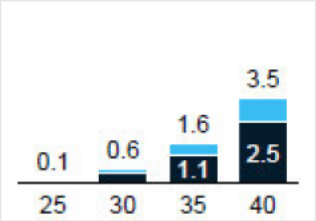
Figuur 12 Roadmap Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie

Er wordt gewerkt volgens een "generatie-model", zie de vereenvoudigde roadmap hierboven (Figuur 12), waarbij nieuwe technologie in golven ontwikkeld en geïntroduceerd wordt. De concrete inhoud en timing van de nieuwe prototypes equipment (blauwe stippen) verschilt voor elk van de drie domeinen vanwege de verschillende mate van maturiteit. Korte- tot middellange-termijnactiviteiten (2022-2025) zijn gericht op opschalen van bekende technologieën en materialen zodat onderliggende problemen snel herkend worden en betrokken partijen snel op de 'learning curve' komen. Dit is bij uitstek van belang in dit domein vanwege de huidige grote industriële dynamiek en de lange design-in periodes en zeer lange levensduur van de energieopslag en -conversiesystemen. Lange-termijnactiviteiten (2022-2029) zijn gericht op het ontwikkelen van nieuwe disruptieve technologieën (de 'sprong'), waarmee op lager TRL/MRL niveau gestart wordt bij aanvang, en die gedurende het programma opgeschaald zullen worden. Deze zijn vooral op 'front-end' en 'back-end' maakprocessen gericht. Er wordt verwacht dat naast de huidige consortia nog nieuwe projectconsortia gevormd worden die deze 'sprongen' zullen gaan dóór-ontwikkelen in de tweede helft van de looptijd van het programma.

Maatschappelijke en economische impact

Het energieprogramma sluit aan bij de doelstellingen van het klimaatakkoord, het thema Energietransitie & Duurzaamheid en de Green Deal door een bijdrage te leveren aan het bereiken van een klimaat-neutrale maatschappij en industrie, leidend tot een duurzame en gezonde economie en leefklimaat. Ook past dit programma binnen de wens van de EC om een robuuste energievoorziening te creëren die minder afhankelijk is van spelers buiten Europa.

Marktverwachting McKinsey



Op basis van een analyse van het Energie domein en haar eigen prognose van de marktontwikkeling verwacht McKinsey dat BPT maximaal 3,5 miljard/jaar extra revenuen kan opleveren in 2040.

De wereldwijde markt voor hightech equipment voor energie is gigantisch. Onze marktinschatting is een optelsom van de 'value pools' voor productie-equipment én daarmee gemaakte materialen/componenten in elk van de domeinen, zoals MEA's voor elektrolyse of anodes voor batterijen. Volledige elektrificatie van vervoer, chemie en energieopslag zal leiden tot verdwijnen van 10,000-en banen in de equipment- en componentenwaardeketen in Nederland gebaseerd op gebruik van fossiele brandstoffen; de markt op basis van vervangende duurzame technologie zal vergelijkbaar zijn in omvang. Deze schatting is hiermee in overeenstemming.

Tabel 19 Totaaloverzicht projecten Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie

Naam project	Penvoerder	Omvang (EUR)	Bijdrage Groeifonds (EUR)
Energie 01: 3D battery pilot line production		5.1	1.c
Energie 02: Next-gen equipment voor batterijen en batterijmaterialen			
Energie 03: Plasma omzetting methaan			
Energie 07: PHOENIX-Alkalina			
Energie 08: Derde-generatie electrolyser			
Energie 10: Massa productie van ZEF micro-plants voor betaalbare solar fuel			
Toepassingsprogramma totaal			

De uitgewerkte projectvoorstellen van toepassingsprogramma Productieapparatuur voor Energieopslag en – conversie zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Totaaloverzicht partners met Letters of Intent

- Bedrijven: 5.1 2.f [redacted]
- Kennisinstellingen: 5.1 2.f [redacted]

De letters of intent bij de uitgewerkte projectvoorstellen en algemene letters of support van toepassingsprogramma Productieapparatuur oor Energieopslag en -conversie zijn niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel.

Tabel 20 Beoogde financiering toepassingsprogramma Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie, naar bron en in de tijd

Bron	Beoogde financiering (EUR)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Financiering Totaal
Groeifonds									
Overheid									
Bedrijven									
Kennisinstellingen									
Toepassingsprogramma totaal									



3.1.2 Activiteitenplan Verdiepingspijler

In het NXTGEN HIGHTECH programma zullen zeven verdiepingsprogramma's worden uitgevoerd, op een tweetal systeemtechnologieën en een vijftal sleuteltechnologieën. Deze systeem- en sleuteltechnologieën vormen de wetenschappelijke basis voor het adresseren van de cruciale kennisvragen uit de zes toepassingsdomeinen.

De **systeemtechnologieën** Smart Industry en Systems Engineering spelen een sleutelrol in alle zes toepassingsdomeinen binnen NXTGEN HIGHTECH.

De vijf geselecteerde **sleuteltechnologieën** (CPS/Robotica, Optomechatronica, Semiconductor Devices , Dunne Film/Plasma Technologie en Bionanotechnologie)**,** bedienen elk meerdere toepassingsdomeinen.

Hieronder volgt een beschrijving van de zeven verdiepingsprogramma's. Bij elk wordt ingegaan op:

- De naam van het verdiepingsprogramma.
- Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen: wat zijn de ambities en de wetenschappelijke uitdagingen voor de aankomende 10-15 jaar?
- Aanpak en kennisvragen: hoe komen deze ambities tot uitdrukking in een select aantal kennisvragen?
- Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact. Wat is de beoogde impact van de kennisvragen op de maatschappij, de wetenschap en het lange termijn economisch verdienvermogen van Nederland?
- Een overzicht van de projecten. Projecten met een significant aandeel aan verdieping (>20%) worden hier genoemd. De domeintrekkers van de betrokken toepassingsdomeinen spelen een coördinerende rol in deze reeds gecommitteerde projecten.
- De betrokken partners bij bovengenoemde projecten die een LoI hebben afgegeven.
- Een open call programma. Om tijdens de looptijd van het programma ruimte te bieden aan nieuwe wetenschappelijke uitdagingen en nieuwkomers (bedrijven en kennisinstellingen) die relevant zijn voor meerdere toepassingsdomeinen wordt elk verdiepingsprogramma uitgebreid met een 'open call'. In de beschrijving van de verdiepingsprogramma's zal kort worden gerefereerd aan dit open call programma; een nadere uitleg van het open call programma volgt aan het eind van deze sectie.

3.1.2.1 Verdiepingsprogramma Cyber Physical Systems / Robotica

Ambitie en Wetenschappelijke uitdagingen

Robots en andere complexe Cyber Physical Systems (CPS) voelen, verwerken en reageren op informatie uit de fysieke wereld. CPS biedt hierin een nauw integratie van computationele/digitale processen met fysieke processen. Kenmerkend voor geavanceerde CPS-systemen is hun complexiteit en de wetenschappelijke uitdagingen die hieraan verbonden zijn:

1. Een groot aantal fysische deelsystemen, veel sensoren en actuatoren,
2. Rekenprocessen die veel data verwerken en (deels draadloos) uitwisselen.
3. Het temmen van deze complexiteit, die met de komst van systems-of-systems alleen maar zal toenemen.
4. Het verkrijgen van garanties voor gewenst gedrag van het gehele systeem (met name in interactie met een veranderende omgeving),

5. Het bereiken van de beoogde prestaties, autonomie, robuustheid, zelfonderhoud en veerkracht.

Het aanpakken van deze uitdagingen is een opgave die expertise uit verschillende vakgebieden behoeft. Het verzekeren van veilige en efficiënte nauwe koppelingen in Robotica en CPS brengt daarnaast veel andere fundamentele wetenschappelijke uitdagingen met zich mee op het gebied van het redeneren met (wiskundige) modellen over de onderliggende fysische processen, data-gedreven zelflerende modellering, autonome robots, en benodigde IT-architecturen die bestand zijn tegen dynamisch variërende werklasten.

Binnen de agrifood sector en composiet industrie is in sterke mate sprake van zeer dynamische, onzekere fysieke omgevingen, waarbij hoge standaarden op het gebied van veiligheid, hygiëne, flexibele interactie met fysieke objecten en efficiënte interactie met werknemers en management van belang zijn. Dit is het wetenschappelijke domein van cognitieve robotica en cyber physical systems (CPS). CPS koppelt genetwerkte softwarecomponenten nauw aan de genetwerkte fysieke wereld (hardwarecomponenten, maar ook mensen en andere levende organismen).

Zowel het domein Handsfree Agrifood als Flexibele Microfabrieken voor Composieten hebben de ambitie uitgesproken naar “handsfree productiesystemen”, waarbij hoogwaardige producten middels digitale automatisering gemaakt worden, betaalbaar en in een flexibel en adaptieve fabriek. Automatisering van processen middels Robotica en CPS zijn hier onontbeerlijk. Elk afzonderlijk bieden deze domeinen hun eigen uitdagingen, waarbij dit in Agrifood ligt in hoge mate van onvoorspelbaarheid en wisselende omstandigheden en in composieten de combinatie van complexe, kwetsbare en moeilijk hanteerbare materialen met kritische toepassingen en nauwkeurigheid. Gezamenlijk bieden de domeinen een relevante toepassing om de technologie van CPS/Robotica verder te brengen.

Naast de verbinding met Handsfree Agrifood en Flexibele Microfabrieken voor Composieten liggen er ook relevante verbindingen met andere domeinen. Voor Laser Satcom en Biomedische productietechnologie kan dit onder andere liggen in het ontwerp van nieuwe actuatoren en (optische) sensoren en detectie, als ook ontwikkelingen in het gebruik van digital twins binnen de domeinen.

Aanpak en select aantal kennisvragen

Om zowel de wetenschappelijke als de sectorspecifieke uitdagingen aan te pakken, zullen kennisinstellingen parallel aan de verschillende projecten binnen de innovatiepakketten werken aan tal van kennisvragen grotendeels gestuurd en opgesteld vanuit benodigdheden op toepassingsgebied. Voorbeelden van zulke kennisvragen zijn;

- Hoe kunnen producten ‘handsfree’ irrigeren, zonder dat mensen mee hoeven te kijken en fysiek het perceel of het gewas moeten inspecteren?
- Hoe kunnen mens en machine optimaal samenwerken in robots die grotendeels autonoom functioneren in de kas, maar ook deels menselijke handelingen (op afstand) faciliteren?
- Hoe kunnen omschakeltijden op eenheid en systeemniveau, en van de ene batch naar andere, worden geminimaliseerd?
- Hoe kan de conversie van materialen naar eindproduct in een volledig digitaal productiesysteem plaatsvinden, waarbij ook de hele supply chain volledig digitaal verbonden is?
- Hoe worden robotcellen gekoppeld zodat flexibele en adaptieve productielijnen ontstaan?
- Hoe kan realtime inline kwaliteitscontrole op een hoger niveau worden gebracht, waarbij feedback loops plaatsvinden (zelflerend/AI) maar ook met feedback naar ontwerp en proces?

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

Maatschappelijk impact (arbeid, duurzaamheid, inspelen op vraag van consument)

Kennisontwikkeling in CPS is instrumenteel in het oplossen van de grote maatschappelijk vraagstukken om te komen tot een klimaatneutrale maatschappij en circulaire economie. Door het ontwikkelen van kleine intelligente sensoren draaiende op een groene stroombron zal het mogelijk worden om het productieproces vergaand te digitaliseren. Door te kiezen voor autonome, intelligente sensoren i.p.v. het blind opsturen van ruwe data en deze in de cloud (of edge) te verwerken kan de communicatie-infrastructuur substantieel versimpeld worden. Hierdoor vermindert de benodigde processingcapaciteit wat zal leiden tot een significant lager energiegebruik dan de huidige generatie base stations.

In Flexibele Microfabrieken voor Composieten draagt CPS bij aan de ontwikkeling van autonome flexibele en adaptieve productielijnen waarbij flexibel en betaalbare composiet componenten geproduceerd kunnen worden. In Handsfree Agrifood draagt CPS bij aan volledig autonome duurzame productie en verwerkingsprocessen voor het veiligstellen van voedselkwaliteit en verhogen van efficiency van voedselproductie door robotisering en slimme sensornetwerken.

Daarnaast ondersteunt CPS en robotica de productie- en bedrijfsbeslissingen, en daarmee beleids- en duurzaamheidsdoelen, door de subjectieve waarnemingen te verminderen en sneller en gerichter te kunnen inspelen op veranderingen zoals seizoensvariatie, klimaatwisselingen of ziektes en plagen. Hierbij wordt mede gekeken naar vermindering van verspilling van resources, bijvoorbeeld door efficiënter gebruik van energie, water, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, waarbij ook de IT componenten energiezuinig dienen te worden.

Verder is wetenschappelijke verdieping en ontwikkelingen op betrouwbaarheid, kostenefficiëntie en begrijpbaarheid van systemen van belang voor het laten slagen van technologische integratie en acceptatie door gebruikers en eindklanten, alsook voor (voedsel-) veiligheid, bedrijfszekerheid en gezondheid.

Economisch/technologisch

- beschikbaarheid van innovatieve en economisch haalbare sensoring- en ICT-apparatuur (communicatie, dataopslag/-verwerking);
- verbeterde harmonisatie van dataformaten;
- geavanceerde methoden en hulpmiddelen voor modellering en simulatie - met eenvoudigere toepasbaarheid;
- innovatieve methoden en technologieën voor visualisatie (bijv. mixed reality).

Wetenschappelijk

In beide domeinen zitten naast de eerder beschreven wetenschappelijk uitdagingen ook uitdagingen in de integratie, communicatie en harmonisatie van data, waarbij dit ook op een inzichtelijke en betrouwbare manier weergegeven dient te worden. Deze data zal tevens benut moeten worden om de interne wiskundige modellen bij te stellen (bijvoorbeeld binnen Handsfree Agrifood naar aanleiding van de ontwikkeling van het groeiproces van de onderhavige gewassen) en zo tot een optimale aansturing van de machines te komen. Binnen het domein Flexibele Microfabrieken voor Composieten wordt data gekoppeld aan digital twins van de processen en gebruikt voor machine learning.

Domein specifiek zijn er ook een tal aan uitdagingen en daarmee interessante casussen, waarmee de wetenschap een grote sprong voorwaarts kan maken en wat daarbij ook weer aanleiding kan zijn tot nieuwe verdiepingsvragen. Binnen Handsfree Agrifood zit dit onder andere in het grote aantal parameters en onzekerheden waar rekening mee moet worden gehouden, denkend aan kleur, vorm, textuur van gewassen en/of producten, weer- en omgevingsmilieu of klimaatwaarnemingen (biodiversiteit, emissies, bodemkwaliteit).

Tabel 21 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw		5.1 1.c
Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart		
Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility		
Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing		

Betrokken partijen

De betrokken partijen in het verdiepende programma zijn:

5.1 2.f

Open call programma

Kenmerkend voor geavanceerde CPS-systemen is hun complexiteit: een groot aantal fysische deelsystemen, veel sensoren en actuatoren, en rekenprocessen die veel data verwerken en (deels draadloos) uitwisselen. Het temmen van deze complexiteit, die met de komst van systems-of-systems alleen maar zal toenemen, het verkrijgen van garanties voor gewenst gedrag van het gehele systeem (met name in interactie met een veranderende omgeving), en het bereiken van de beoogde prestaties, autonomie, robuustheid, zelfonderhoud en weerbaarheid, zijn grote opgaven die expertises uit verschillende vakgebieden behoeven.

Deze opgaven komen in sterke mate naar voren binnen de coördinerende toepassingsdomeinen Handsfree Agrifood en Flexibele microfabrieken voor composieten, waar de ambitie is gesteld basistechnologie en werkwijze uit de hightech sector te combineren met de domeinkennis en het internationale netwerk van de (MKB) agritech sector, om zeer vergaande autonomie (c.q. robotisering) van voedselproductie te realiseren en daarmee grote duurzaamheidssprongen te maken. Maar ook is er een sterke link met andere domeinen en met de programmalijn Smart Industry, waar de digitale infrastructuur van CPS benut wordt.

3.1.2.2 Verdiepingsprogramma (Opto)mechatronica

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

De Nederlandse hightech industrie is wereldleider op gebieden zoals optische telecommunicatiesystemen, halfgeleider-productiemachines en astronomie-apparatuur. Dat is voor een aanzienlijk deel gebaseerd op de leidende wetenschappelijke positie binnen de sleuteltechnologie optomechatronica en het kunnen verbinden tot systeemoplossingen. Data wordt op hoge snelheid optisch vervoerd via glasvezels of door de lucht of ruimte (zoals voorgesteld in Laser Satcom). Hierbij speelt optomechatronica een sleutelrol om te komen tot een significante stap vooruit voor de digitale infrastructuur: een verbeterde connectiviteit, hogere datavolumes, een betere dataveiligheid en lagere kosten. Voorts maken we optische halfgeleiders voor meet- en regeltoepassingen, en maken ook photonics integrated circuits of 'licht op een chip' een opmars (Semicon). Hiernaast maken ook regelsystemen voor delicate en variërende processen steeds vaker gebruik van een diversiteit aan zeer nauwkeurige en geavanceerde optische feedback, soms met behulp van satellieten, voor vergaande automatisering (Agrifood en Smart Industry).

Een voortdurende innovatie in optische, mechanische en regeltechnische kennis en technologie is vereist voor de grote uitdagingen van hightech equipment met betrekking tot:

- Een hoge mate van nauwkeurigheid en precisie (tot op picometer schaal)
- Een hoge mate van beheersbaarheid van thermo-mechanisch gedrag
- Isolatie van trillingen en stoorbronnen
- Filteren van ruis- en achtergrondsignalen
- Bewegingstransmissie onder invloed van grote dynamische krachten
- Verhoogd rendement van datatransmissie
- Bestendigheid tegen agressieve en extreme omgevingsfactoren

Deze uitdagingen dienen ook gezien te worden in de context van een toenemende systeem-complexiteit (groter, multifunctioneel, multidisciplinair), extreme omgevingscondities (cryogeen, ultra-vacuüm, hoge druk/temperatuur) en de behoefte om systemen te reduceren qua afmeting, gewicht en energieverbruik. Op hightech equipment systeemniveau is onderzoek naar nieuwe architecturen nodig, om nieuwe ontwerp- en ontwikkelruimte te bieden. Hierin is ook het integreren van opkomende technologieën (bijv. machine learning, geïntegreerde fotonica, quantumtechnologie en 3D printen) van belang.

Voor Laser Satcom zijn transmissiecapaciteit en veiligheid, data-link betrouwbaarheid en beschikbaarheid en signaalvertraging leidend. Dit resulteert in specifieke uitdagingen voor de technologieën binnen optomechatronica, met betrekking tot:

- Bundel richtprecisie en positieonzekerheid van ontvangers
- Atmosferische kanaalverstoringen
- Optische link verliezen en ruisbronnen
- Dynamisch netwerk en dataverkeer
- Lage kosten, gewicht, volume en energieverbruik
- Compatibiliteit in extreme omgevingen

Aanpak en select aantal kennisvragen

De wetenschappelijke uitdagingen leiden tot een aantal cruciale kennisvragen. Deze zijn te verdelen in twee categorieën:

1. Generieke kennisontwikkeling Optomechatronica voor diverse toepassingsdomeinen; met name Semiconductor Equipment, Handsfree Agrifood en Laser Satcom.
2. Specifieke kennisontwikkeling voor de toepassing Laser Satcom.

Generieke kennisontwikkeling in verdiepingsprogramma Optomechatronica

Binnen NXTGEN HIGHTECH zijn vier domeinen die direct profiteren van ontwikkelingen in optomechatronica. Dit zijn Laser Satcom, Semiconductor Equipment, Smart Industry en Handsfree Agrifood. Voor deze domeinen zijn onderstaande kennisvragen geprioriteerd, waarbij de A vragen van hogere prioriteit zijn dan de B vragen.

Deze kennisvragen hebben als thema's:

A1) Functie-integratie in de fysieke uitvoering van optomechatronische systemen.

A2) Integratie van opkomende technologieën (machine learning, geïntegreerde fotonica, quantumtechnologie en 3D printen)

A3) Geavanceerde optische golffront techniek

B1) Actieve en adaptief instelbare optische componenten (bv. spiegels, lenzen)

B2) Geavanceerde multifunctionele materialen

B3) Combinatie van geïntegreerde fotonica, innovatieve materialen en ontwerpmethoden voor een sterke reductie van volume, gewicht en energieverbruik

Specifieke kennisontwikkeling voor Laser Satcom

In het kader van Laser Satcom richten de kennisvragen zich met name op het ontwikkelen van significante verbeteringen op de gebieden van:

- Hoogvermogen en snelle optische bronnen en versterkers
- Optische sensoren en detectoren
- (Opto-)mechatronische systemen; ten behoeve van bundel acquisitie en richten, dynamische golffront correcties en optomechanische uitlijning
- Ultrasnelle en gemixte dataverwerking, onder andere voor een ruimte-omgeving
- Modulatie- en codeertechnologie
- Geïntegreerde fotonische componenten
- Quantum sleutel distributie protocollen

Een meer detailleerde beschrijving is te vinden in de projectbeschrijving verdiepingsproces 11000 technologieontwikkeling, aansluitend bij toepassingsdomein Laser Satcom.

Naast het uitvoeren van specifieke onderzoeksprojecten op bovengenoemde kennisvragen is het gewenst een sterke mate van samenwerking en integratie tussen de onderzoekers na te streven. In een Laser Satcom innovatiecentrum (project 10000 onder toepassingsdomein Laser Satcom) wordt het integreren van de technologieën uit de deelonderzoeken op systeemniveau bevorderd, naast het delen van hardware-faciliteiten en ook het geven van onderwijs.

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

(Opto)mechatronica zal bijdragen aan het keren van de trend van het realiseren van hogere precisie met steeds grotere en complexere machines die steeds meer materiaal en energie vereisen. Productiemachines, wetenschappelijke instrumenten, medische apparatuur en consumentenproducten kunnen hiermee kleiner worden en betere prestaties leveren met een geringere milieubelasting.

De kennisontwikkeling levert een bijdrage aan de ontwikkeling en productie van hightech systemen die gebruikt kunnen worden in de productie van hernieuwbare energiesystemen. De sensor- en actuatortechnologieën kunnen gezet worden in de observatie van Aarde en omgeving met hoge precisie en nauwkeurigheid en bijdragen aan het behalen van doelstellingen rondom vermindering van emissie van broeikasgassen conform het Klimaatakkoord.

De genoemde wetenschappelijke uitdagingen en kennisvragen worden breed gedragen in de onderzoekswereld van optomechatronica en gerelateerde expertises (optica, mechanica, dynamica, regeltechniek).

Tabel 22 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Laser Satcom project 11000 Technologie ontwikkeling		5.1 1.c

Betrokken partijen

Deelnemers: 5.1 2.f

Universiteiten: 5.1 2.f

5.1 2.f Overheid: 5.1 2.f

Open call programma

Optomechatronica is een sleuteltechnologie die breed wordt ingezet. Nederland is koploper op het gebied van optomechatronica en deze sleutel-technologie is uitermate relevant voor o.a. Laser Satcom, Semiconductor Equipment, Smart Industry en Handsfree Agrofood. Ontwikkelingen in optomechatronica hebben als generieke doelstellingen: verhoogde nauwkeurigheid, verhoogde compactheid en efficiëntie en operationeel onder extreme omstandigheden.

Onderwerpen die geadresseerd worden in de referentie tekst zijn functie-integratie in de fysieke uitvoering van optomechatronische systemen, de toegevoegde waarde en integratie van opkomende technologieën, zoals bijv. machine learning, AI, Quantum, additive Manufacturing, geavanceerde golffront engineering, actieve en dynamisch vervormbare optische systemen, multi-functionele materialen, en reductie van afmeting, gewicht, energieverbruik en kosten.

3.1.2.3 Verdiepingsprogramma Semicon devices / Lithografische systemen

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

Semicon ondergaat op dit moment een grote transitie. Waar de Nederlandse semicon industrie al jaren vooroploopt in de front-end (ASML, ASMI), is het accent van de ontwikkelingen zich meer aan het verplaatsen richting de back-end, heterogene integratie en metrologie. Toch moet het sterke Nederlandse back-end packaging ecosysteem blijven trekken aan hun leidende positie en de verdieping blijven opzoeken en voorstuwen om ervoor te zorgen dat men de leiding blijft houden. Opkomende technologieën, zoals met name de fotonica en wide bandgap (WBG) halfgeleiders, maar ook complexe sensorsystemen en in de verdere toekomst Organ-on-Chips zijn enorme groeimarkten. Hiervoor zullen alle lagen van het ecosysteem bij elkaar moeten komen om gezamenlijk deze ontwikkeling te gaan doen. Nederland is uniek gepositioneerd omdat de (wetenschappelijke) kennis niet alleen hoogstaand is in de “more Moore” semicon, maar ook in de “more than Moore” semicon.

More Moore richt zich met name op de fenomenale groei waarin de hoeveelheid transistoren op een integrated circuit zich elke twee jaar verdubbelt, hierin is met name ASML uitgeblonken de afgelopen jaren door hun EUV machine met groot succes op de markt te zetten. De verwachting is dat door de

geschetste wetenschappelijke en technologische ontwikkeling de wet van Moore in de nabije toekomst in stand gehouden kan worden. Buiten productietools voor o.a. de lithografie en atomic layer depositie, groeit ook het Nederlandse aandeel in de metrologie sterk.

More than Moore richt zich op verscheidene overige ontwikkelingen die de semicon pas recentelijk aan het doormaken zijn door opkomende toepassingen welke niet door “traditionele” System on Chip (SoC) op een kosteneffectieve en efficiënte wijze kunnen worden bediend. Zogeheten heterogene integratie van verschillende soorten chips om een System in Package (SiP) te creëren kan hierin uitkomsten bieden. Dit maakt een grote opkomst in met name de fotonica, vermogenselektronica, sensoren en RF-systemen. Om dit mogelijk te maken zijn nieuwe tools en processen nodig, met bijbehorende wetenschappelijke uitdagingen die moeten worden beantwoord.

Aanpak en select aantal kennisvragen

De wetenschappelijke uitdagingen geven aanleiding tot de formulering van een aantal concrete kennisvragen:

- Hoe kunnen nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen, architecturen, topologieën, productietechnieken, control, en AI gebruikt worden in mechatronische ontwerpen van nieuwe actuatoren, sensoren en mechanisch ontwerp, relevant voor toekomstige semiconductor equipment?
- Hoe kunnen fysische en data-gedreven modelkennis (Digital Twins) worden gebruikt om niet alleen processen, producten en apparatuur meteen “first time right” te ontwikkelen, maar ook om uptime van machines te maximaliseren door real-time diagnostiek en prognostiek van de levensduur van elektronicadeelsystemen en -apparatuur mogelijk te maken?
- Wat is de ultieme resolutie die in alle drie dimensies haalbaar is met 3D nanofabricage technieken en welke fundamentele materiaal- en/of proces- en/of systeemkennis dient hiervoor verder te worden ontwikkeld?
- Hoe kunnen wide bandgap (WBG) halfgeleiders (materialen, proces en devices) worden gebruikt om verdere digitalisering alsmede elektronische en sensortechnische toepassingen mogelijk te maken o.a. voor zware omgevingscondities waarin siliciumtechnologie niet kan worden gebruikt?
- Kan een combinatie van metrologie technologieën ervoor zorgen, dat systemen ordegroottes nauwkeuriger worden zonder ordergroottes duurder te worden?
- Wat voor eisen stellen nieuwe technologieën zoals fotonische IC’s, wide bandgap halfgeleiders, complexe sensorsystemen en biomedische toepassingen aan de nauwkeurigheid, processen en systemen voor heterogene integratie? Hoe kan het combineren van kennis en ontwikkeling op het gebied van devices, processen en machines worden gebruikt om de toekomstige generatie van packaging equipment voor deze toepassingsgebieden te realiseren?

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

Kennisontwikkeling in de mechatronica en metrologie in dit domein zal leiden tot revolutionair nieuwe machines voor de komende decennia, waarin nieuwe dimensies en vrijheidsgraden in het ontwerp leiden tot hogere nauwkeurigheid en snelheid, substantiële kostenreductie, alsmede betere monitoring tot hogere uptime/beschikbaarheid en productiviteit. Dit draagt bij aan een versterking van de marktpositie van lithografiesystemen.

Er zal ook fors meer kennis worden ontwikkeld rondom heterogene integratie, met name als het gaat om integratie van Photonic Integrated Circuits (PICs). Door de kennis in dit gebied door te ontwikkelen kan het Nederlandse semicon ecosysteem hun leidende kennispositie verder uitbouwen en kunnen in het verlengde daarvan de bedrijven hiervan meeprofiteren door nieuwe generatie back-end equipment voor wafer inspectie en advanced packaging te maken. Hierdoor zullen meer klanten de Nederlandse semicon tool markt weten te vinden en daarmee het verdienvermogen van het ecosysteem nog verder laten groeien.

Inzicht in de levensduur en betrouwbaarheid van halfgeleiderproducten, -systemen en -apparatuur wordt gezien als het belangrijkste concurrentievoordeel van de industrie. Door data gedreven Digital Twins van fysische verschijnselen die zich tijdens de fabricage en het onderhoud voordoen zullen de sector hightech equipment in staat stellen een dergelijk concurrentievoordeel te behalen. Dit zal gevolgen hebben voor de genoemde toepassingsgebieden. Met name AI-ontwikkelingen en nieuwe system engineering tools zullen ontwikkeld worden.

WBG halfgeleiders spelen een grote rol bij de more than Moore trend met een groei in de dubbele cijfers. Deze groei wordt gestuwd door drie applicatiegebieden: vermogenselektronica voor elektrische auto's en vermogensnetten, hoogfrequente datacommunicatie (5G en verdere generaties) en opto-elektronica (uLED<,UV-LED). Al deze toepassingsgebieden zijn essentieel voor een groene, duurzame innovatieve en digitale Nederlandse economie. Door gelijktijdige ontwikkeling van de unieke materiaal-, proces- en apparaat kennis aanwezig in de Nederlandse academische gemeenschap, samen met de systeemkennis van de OEM’s, biedt de mogelijkheid voor Nederland om wereldleider in machines voor deze toepassing te worden.

De kennisontwikkeling hier omschreven zal zowel direct als indirect een belangrijke maatschappelijke bijdrage hebben. De geschetste kennisontwikkeling essentieel voor een nieuwe generatie chip(let)s voor een veelvoud van toepassingen in de fotonica, vermogenselektronica, sensorsystemen, maar ook bionanotechnolgie. In tegenstelling tot de traditionele semicon, is de verwachting dat veel van deze ontwikkeling in start- en scale-ups zal plaatsvinden, wat uitdagingen biedt wat betreft de toegankelijkheid van cleanroom infrastructuur voor deze bedrijven.

Het komende decennium wordt gezien als het tijdstip dat Organ-on-Chip diagnostische systemen gaan doorbreken maar ook nieuwe communicatietechnieken welke gebruik maken van PICs en wide bandgap semiconductors voor efficiëntere vermogenselektronica. Daarnaast zullen er complexe heterogene systemen en chiplets worden gebruikt in bijvoorbeeld autonome auto’s (lidar en beeldverwerking in combinatie met high performance computation) en sensorsystemen voor bijvoorbeeld agrifood en industrie. De opgedane kennis in dit verdiepingsprogramma zal indirect bijdragen aan de doorbraken van de boven genoemde toepassingen.

Door bij het ontwerpen van machines hergebruik van modules en recycling mee te nemen kunnen nieuwe generaties van machines, product-service strategieën en nieuwe bedrijfsmodellen gerealiseerd worden. Deze zullen dan minder resources tijdens de levenscyclus gebruiken. Ook zullen nieuwe ontwerpprincipes leiden tot applicaties die minder energie verbruiken, onderhoudsvriendelijker zijn of een langere levensduur hebben. Verder is de semicon industrie met zijn toeleverketens een sleuteltechnologie voor het realiseren van een meer digitale samenleving. Daarbij is van wezenlijk belang, dat de digitale technologie in de dienst van de mens zal staan. Door alle producten en apparatuur “future proof” te maken, wordt een bijdrage geleverd aan groene, duurzame en digitale oplossingen waaraan de samenleving behoefte heeft.

Tabel 23 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Semicon 02: Next Generation High Tech System architectures		5.1 1.c
Semicon 03: NXTGEN Chip Assembly Equipment		
Semicon 05: Technologie-programma 'Deposition and Printing for Heterogeneous assembly'		
Semicon 06: Kulicke & Soffa Odin		
Semicon 07: NXTGEN Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment		
Semicon 09: Assembly & Packaging Equipment voor high volume PIC Productie		

Betrokken partijen

O.a. 5.1 2.f

Open call programma

De nauwkeurigheid, snelheid en marktpositie van toekomstige generatie semicon systemen wordt bepaald door grote innovaties in alle deelsystemen alsmede het overkoepelende systeemontwerp. Daarnaast is er een belangrijke uitdaging om (optische) sensoren voor metrologie te miniaturiseren, om zo meer parallel te meten, en dus een hogere throughput te realiseren. Met name PICs zullen komend decennium leiden tot grote doorbraken in een veelvoud van toepassingen. Voor geïntegreerde fotonische deelsystemen zal dit het decennium van schaalvergroting moeten worden. Daarbuiten valt ook een sterke groei te verwachten in heterogene integratie voor vermogenselektronica, sensoren en medische systemen. De kennis die zal worden ontwikkeld in dit programma zal een integraal onderdeel gaan uitmaken van een groot deel van de volgende generatie systemen die uit deze Nxtgen HighTech aanvraag zullen voortkomen.

3.1.2.4 Verdiepingsprogramma Dunne film / Plasmatechnologie

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

Dunne film- en plasmatechnologie hebben gemeen dat het gaat om het toevoegen van functionaliteit aan een oppervlak. Dit kan zijn door aanbrengen van een dunne laag ('coating', 'film') maar ook door functionaliseren met behulp van plasma ('oppervlaktebehandeling'), of het modificeren van het dunne-laag depositieproces zoals in PECVD of PE-SALD (plasma-enhanced deposition). Dun betekent in deze context een laagdikte van één atoomlaag (0,1 nm) tot coatings van (10s µm). In rest van deze sectie staat 'dunne-film' voor zowel dunne film- als plasmatechnologie tenzij uit de context anders blijkt of expliciet anders wordt aangegeven.

Toepassingen van dunne films zijn sterk gegroeid in de jaren. Dit komt zowel door sterke groei van het domein front-end semicon als door proliferatie naar nieuwe domeinen waaronder flexibele elektronica (bijv., display industrie (OLED, LCD) en micro-elektronica (bijv., system-in-package, sensoren). Verdere

uitbreiding naar toepassingsgebieden in energie is de volgende golf. In o.a. batterijen, electrolyse, brandstofcellen, en zonnecellen is grote behoefte aan verbeterde performance, grotere robuustheid en lagere kosten. Dunne films hebben de potentie om een oplossing te bieden voor deze vragen, en de ambitie van dit verdiepingsprogramma is om de feasibility daarvan aan te tonen, *c.q.* die meer verfijnde toepassingsgebieden te identificeren en te verifiëren waarin dat daadwerkelijk het geval is.

Een karakteristiek aspect van dunne films is dat het zowel materiaal-, proces- als equipmentaspecten behelst. Immers, het materiaal wordt gesynthetiseerd én gedeponeerd op een oppervlak in één equipment, waardoor procescondities en equipment design van doorslaggevend belang zijn voor de eigenschappen van het gevormde materiaal. De wetenschappelijke uitdaging is om meer grip te krijgen op deze driehoek van materiaal-proces-equipment, gericht op bijv. sterk verbeterde controle van filmnucleatie op een gamma van substraten, laageigenschappen (textuur, morfologie) en processtabiliteit. Dit thema speelt in diverse toepassingsdomeinen: energie, semicon en biomedical production. Een tweede grote wetenschappelijke uitdaging is om diverse dunne-film technologieën op te schalen, met behoud van de gewenste laageigenschappen, naar de veel grotere oppervlakken die benodigd zijn voor energietoepassingen (km^2 i.p.v. m^2), veelal in roll-to-roll (R2R) productielijnen, en rekening houdend met integratie van de nieuwe processen in een in-line productielijn (bijv., web handling, vacuüm-atmosferisch druk overgang, voor- en nabehandeling), *i.e.* mogelijkheden om de nieuwe processen in te bedden in commerciële productie. Verdere uitdieping van wetenschappelijke vragen zijn te vinden in de positiepapers ‘Dunne films’ en ‘Plasma’.

Aanpak en select aantal kennisvragen

Om de ambitie te bereiken willen we ons concentreren op dunne-film technologieën die (i) schaalbaar zijn, op basis van de huidige inzichten, voor de beoogde toepassingen met voldoende kwaliteitsgarantie, (ii) leiden tot innovatie op de combinatie van processing en equipment, (iii) gebaseerd zijn op zgn. ‘droge’ depositiemethodes vanuit de gasfase (lage tot hoge druk) zoals bijvoorbeeld, (plasma-geassisteerde) CVD, ALD, PVD, sputtering en andere oppervlaktebehandeltechnieken. Het coördinerende toepassingsdomein is Energie. De verdieping richt zich dus met name op specifieke toepassingen binnen de sub-domeinen: electrolyse, brandstofcellen, en batterijen, en kennisvragen met betrekking tot ontwikkeling, verificatie en validatie van de performance van het productieproces. Deze verdieping vindt plaats in het project ‘Derde-generatie electrolyser’, en in werkpakketten en -activiteiten in andere projecten (bijvoorbeeld project ‘Next-gen equipment voor batterijen’, WP4 fabricage van vaste-stof batterijen’). Kennisvragen die geadresseerd worden in deze verdieping zijn o.a.:

- Welke dunne-films, aangebracht met (spatiële or temporele) ALD, kunnen volgende generaties batterijmaterialen mogelijk maken door engineering van het grensvlak tussen de actieve materialen, en hoe kan dit omgezet worden in een proof-of-concept van de ALD machine en bijbehorende procescondities.
- Hoe kunnen dunne-film depositiemethodes als s-ALD, CVD en PVD in een R2R productielijn worden toegepast op substraten met complexe nano- en microstructuren.
- Hoe kan elektrische energie zodanig via geïoniseerde gasmengsels (plasma’s) worden toegevoerd dat chemische reacties efficiënter verlopen en dat het plasma stabiel blijft onder opgeschaalde condities.
- Welke dunne films zijn het meest geschikt voor massaproductie met optimale functionaliteit/ prestaties ten behoeve van componenten in water-electrolysers ten behoeve van H_2-productie.

- Hoe kunnen de efficiëntie en levensduur van electrolysers verhoogd worden door op kleine lengteschaal (nm-µm) dunne-film materialen en (coatings voor) componenten met specifieke kenmerken en microstructuur te ontwikkelen zoals hoge katalytische activiteit, ion-geleidend maar niet-doorlaatbaar voor gassen, of hoog oppervlak van de triple-phase boundary.
- Hoe kan het gebruik van critical raw materials (CRM) verminderd worden door gebruik te maken van dunne film i.p.v. huidige 'bulk' processing.
- Deze veelzijdige functionaliteit stelt hoge eisen aan de (combinatie van) materialen en de bijbehorende depositiemethoden, die samenkomen in equipmentconcepten en -realisatie. De industriële partners kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan verdiepingsvragen gebaseerd op uitdagingen in de praktijk tijdens ontwerp, fabricage, en gebruik.

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

Als we als land leidend willen zijn in technologie voor de energietransitie, dan zullen we de benodigde hoogwaardige kennis in huis moeten ontwikkelen. Dit zal de kans geven om voorop te lopen, technologie/ apparatuur te exporteren, en op die wijze te verdienen aan de wereldwijde overgang naar een fossielvrije economie. Dit type hoogwaardige maakindustrie kan de Nederlandse economie en werkgelegenheid een enorme impuls geven. De voorgestelde kennis- en technologieontwikkeling bouwt voort op bestaande sterktes in de NL-industrie, en zal leiden tot onderscheidend vermogen en daarmee bijdragen aan een hoog aantal hoogwaardige banen in hightech productie voor o.a. de energiesector. De wetenschappelijke impact bestaat uit dieper begrip van, en controle over (grootschalige) dunne-filmprocessen, nieuwe materiaalsystemen, en grotere substraatoppervlakken, die ook hun weg zullen vinden in de andere toepassingsdomeinen.

Tabel 24 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Energie 01: 3D battery pilot line production		5.1 1.c
Energie 02: Next-gen equipment voor batterijen en batterijmaterialen		
Energie 03: Plasma omzetting methaan		
Energie 08: Derde-generatie electrolyser		

Betrokken partijen

5.1 2.f

Open call programma

Het programma onderzoekt schaalbare state-of-the-art technieken voor het aanbrengen van dunne films en voor de functionalisatie van oppervlakken met een precisie op atoomniveau. Schaalbaarheid omvat toepasbaarheid op complexe dragermaterialen en 10-100x hogere doorvoersnelheid. Als zogenaamde "enabling technologies" zullen deze technieken nieuwe oplossingen bieden voor de industriële vervaardiging van devices e.d. die essentieel zullen zijn in onze moderne, duurzame maatschappij. Deze visie zal bereikt worden door in te zetten op begrip van de onderliggende,

fundamentele reacties en processen; het streven naar beheersing van deze reacties en processen, ook onder complexe omstandigheden; het ontwikkelen van nieuwe proces-equipment concepten die de beoogde schaalbaarheid mogelijk maken, in hechte samenwerking met industriële partners. Het coördinerende toepassingsdomein is energie, waar schaalbaarheid een essentiële behoefte is. De kennis zal ook direct toepasbaar zijn voor (front-end) semicon (More Moore, More than Moore) en ook de domeinen Biomedische Productietechnologie, Agrifood en Composiet zullen van nieuwe kennis in deze sleuteltechnologie profiteren.

3.1.2.5 Verdiepingsprogramma Bionanotechnology

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

Essentieel binnen bionanotechnology is de interactie tussen biologie en technologie. Technologische bouwblokken (sensoren, actuatoren, membranen, scaffolds, etc.) en biologische bouwblokken (cellen, weefsels, secreted factors, biomaterialen, etc.) moeten in de komende jaren samensmelten tot geïntegreerde systemen. Productietechnologie speelt hier een essentiële rol omdat de randvoorwaarden (materiaal, machines, processen) voor de verwerking van typische harde, droge technologische bouwblokken zeer verschillend zijn dan die voor de verwerking van zachte, fluïdische biologische bouwblokken. Typische uitdagingen zijn het ontwikkelen van slimme biomembranen met geïntegreerde sensoren als dragers om weefsels op te bouwen, high-yield productie van cellen om lokaal te bioprinten/depositen op waferschaal en het maken van biosensoren die met behulp van biologische functionalisering eenvoudig te gebruiken zijn voor het detecteren van een grote verscheidenheid aan biologische processen. Dit is beschreven in de positiepaper en essentieel hierbij zijn de interactie met andere toepassingsdomeinen en sleuteltechnologieën (Tabel 25).

Tabel 25 Ontwikkeldoelen, link met expertisedomeinen en voorbeelden van geïntegreerde biomedische microsystemen

Ontwikkeldoel	Link met expertisedomein	Voorbeelden van geïntegreerde microsystemen
Lithography / Semicon Thin Films Surface / plasma technology Optics	Sensors for broad detection e.g. mass spec on chip, oxygen, pH	Cell-secreted factors measurement (biomed) Tox/bacteria detection in food (Agrifood)
Lithography / Semicon Thin Films Surface / plasma technology	Micro-structured biomaterials e.g. flexible with integrated sensing	Barrier function measurement (Biomed) Soft grip with integrated sensors (CPS/Robotics)
Lithography / Semicon System integration CPS/ Robotics	Autonomous microfluids e.g. automatic organ-to-organ fluids	High precision micro-dispensing (Semicon & Thin Films) High yield seed micro-sprouting (Agrifood)

Aanpak en select aantal kennisvragen

Met biomedische productietechnologie als coördinerend toepassingsgebied is bionanotechnology een van de jongste sleuteltechnologieën. Op dit moment wordt er veel ontwikkeling vanuit de

kennisinstellingen via technology transfer naar hogere Technology Readiness Levels gebracht om de eerste generaties toepassingen te maken. Het is daarom ook voor de hand liggend dat het verdiepingsprogramma niet alleen via open calls wordt gerealiseerd, maar via deelname van kennisinstellingen ook met name binnen de toepassingsprojecten stevig is verankerd.

Verdieping in de toepassingsprojecten
Binnen de toepassingsprojecten is fundamentele wetenschap betrokken voor twee zaken:

1. het faciliteren en ondersteunen van technology transfer van de nieuwe technologieën binnen het biomedisch domein naar de private partijen;
2. het ontwikkelen van additionele bouwblokken die meer en/of bredere functionaliteit toevoegen aan de ontwikkelde toepassingen.

De eerste lijn is noodzakelijke kennisoverdracht: de kennisinput vanuit de kennisinstellingen is onmisbaar om tot de eerste werkende systemen te komen. In veel gevallen zijn er werkende prototypes (~TRL3), maar die hebben een laag Manufacturing Readiness Level (~MRL1). Deze uitdaging wordt opgepakt door de private partijen, maar fundamentele kennis over de werking van de systemen is onontbeerlijk. Hierbij zal niet alleen bestaande kennis moeten worden overgedragen, maar ook additionele kennisvragen moeten beantwoord rondom reproduceerbaarheid, materiaaleigenschappen en mogelijke toepassingsgebieden.

De tweede lijn is zeer belangrijke verdieping: zowel uit de technologische als biologische hoek is er aansluiting nodig van de wetenschap om parallel aan de te ontwikkelen toepassingen additionele bouwblokken te ontwikkelen en functioneel te testen. Deze bouwblokken kunnen vervolgens weer, via kennisoverdracht binnen het project, door private bedrijven worden ingezet. Deze lijn is ook erg belangrijk bij de interactie met de eindgebruikers, want in veel gevallen is er inhoudelijke kennis nodig om de (biologische) functionaliteit van het eindproduct te vertalen naar een (technologisch) programma van eisen.

Een aantal kennisvragen die binnen de toepassingsprojecten worden beantwoord zijn:

- Hoe integreren we herbruikbare en schaalbare technische (Semiconductor Equipment) bouwblokken voor de productie van biomedische toepassingen?
- Welke aspecten van (functionele) kwalificatie voor biomedische productie moeten we meenemen in design en vroege fase ontwikkeling?
- Kunnen we op wafer-scale elektronische of fotonische sensoren functionaliseren met biologische coating/bio-layer deposition?

Tezamen bieden onderzoeken in deze pijlers de nieuwe kennis om de innovatie binnen biomedische productietechnologie na het NXTGEN HIGHTECH programma hoog te houden. Het doel hierbij is dat over 10 jaar standaardprotocollen ontwikkeld zijn om microsensoren, functionele microtissues (organs-on-chips) en microfluïdica te integreren in plug-and-play bioassays.

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact
De belangrijkste impact wordt gevonden in biomedische toepassingen, verbetering van kwaliteit van leven en gezondheidszorg. Medicijnontwikkeling kan worden versneld en er komen meer mogelijkheden medicijnen voor zeldzame ziektes te onderzoeken en testen. Daarnaast wordt impact op gebieden van agro/food (sensing systemen, gut on chip), duurzaamheid (materialen, dunne films en

technologieën voor batterijen) en energietransitie (electrolyse voor waterstofproductie, brandstofcellen) verwacht.

De internationale markt voor diagnostische devices (denk aan zelftests) en met name ook microfysiologische systemen (Organs-on-Chips) is snelgroeiende. De groeimarkt van deze producten en diensten wordt overtuigend geïllustreerd in recente marktanalyses van *Yole Development* (BIOMEMS markt 6B$ in 2025, CAGR 9% en Organs-on-Chips verwacht > 100 M$ in 2024 met CAGR >25%). Nederland is met zijn uitstekende kennispositie op gebied van microfluidica, sensoren en cell-engineering alsmede de hoogkwalitatieve maakindustrie uitstekend gepositioneerd om internationale marktleider in dit segment te gaan worden.

Tot slot kan op wetenschappelijk vlak een sprong in productietechnologieën worden verwacht die weer tot nieuwe complexe vraagstukken zullen leiden. Daarnaast zijn de toepassingen die gemaakt kunnen worden uitermate goed in te zetten voor de medische wetenschap. Verwacht wordt bijvoorbeeld dat Organ-on-Chips en Labs-on-Chips het mechanistische inzicht in ziektes kunnen vergroten, met name daar waar het complexe ziektes betreft die niet of nauwelijks in dieren kunnen worden nagebootst zoals Alzheimer of Parkinson.

Tabel 26 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Biomed 03: Organ-on-Chip		5.1 1.c
Biomed 04: Artificial Organs		
Biomed 05: NXTGEN Celproductietechnologie		

Betrokken partijen

5.1 2.f [redacted] werken samen met circa 50 private partijen in verschillende consortia om het verdiepingsprogramma te realiseren.

Open call programma

Hoewel het kennis- en kundeniveau op dit gebied hoog is in Nederland zijn er een aantal uitdagingen die aangepakt moeten worden en waarvoor interactie met andere domeinen (Handsfree Agrifood, Semiconductor Devices, Productieapparatuur voor Energieopslag en - conversie) wenselijk is. Het open call programma “Geïntegreerde Biomedische Microsystemen” richt zich op vier fundamentele pijlers binnen de biomedische productietechnologie:

- Ontwikkelen van micro/nanosensoren en sensorsystemen voor het meten en monitoren van biomedische parameters (biomarkers, kleine moleculen, pH, energiegebruik/metabolisme)
- Ontwikkelen van een gestandaardiseerd microfluïdische platform compatibel met biomaterialen, optische inspectie en geïntegreerde sensoren
- Stamcel-, tissue en micro-orgaan kweek en microstructurering
- Systeemintegratie

3.1.2.6 Verdiepingsprogramma Systems Engineering

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

Om de concurrentiekracht van de Nederlandse Hightechindustrie te borgen en te vergroten, speelt Systems Engineering een sleutelrol voor alle toepassingsdomeinen in dit programma. Systems Engineering maakt succesvolle end-to-end productontwikkeling mogelijk, inclusief ontwerp, integratie, validatie en 'operations'. Essentiële uitdagingen in het ontwerp van de hightech equipment van de toekomst zijn enerzijds toenemende eisen aan functionaliteit en prestaties en anderzijds de noodzaak van een snel en wendbaar ontwerpproces. Om de optimale afweging tussen deze concurrerende factoren te ondersteunen, zijn belangrijke innovaties in Systems Engineering nodig.

We kennen in Nederland de uitdaging van omgaan met de complexiteit in, en schaalgrootte van, (in toenemende mate gedigitaliseerde) systemen zoals geproduceerd door de hightech equipment industrie. De uitdagingen die een academische benadering behoeven, verschaffen de fundering voor methodiekontwikkeling. Dit onderzoek moet leiden tot doorbraken in formalismen, technieken en methoden en combinaties daarvan, die wetenschappelijk gefundeerd én praktisch toepasbaar zijn.

Toenemende eisen aan kwaliteit en functionaliteit leiden tot een toenemende complexiteit van het ontwerp. Ook de diversiteit van het eisenpakket (prestatie, veiligheid, circulariteit, cyber security, energieverbruik, wendbaarheid, robuustheid) neemt alsmaar toe, hetgeen ook bijdraagt aan de complexiteit van het ontwerpproces. Hightech systeemontwerp omvat in het algemeen een geïntegreerde ontwikkeling van hardware, software en mathware (algoritmische functionaliteit) en is derhalve inherent multidisciplinair; het hardware ontwerp alleen vereist al een multi-fysische benadering. Belangrijk hierbij is de combinatie van meerdere databronnen met systeemkennis, en toepassing van kunstmatige intelligentie/machine-learning in systems engineering, systeemintegratie, verificatie en validatie technieken voor functionele en niet-functionele systeemaspecten. Bovendien moet Systems Engineering zich ontwikkelen om de overvloed aan beschikbare (sensor)gegevens over de prestaties (en falen) van operationele systemen te kunnen benutten om een toenemende mate van systeemautonomie te realiseren.

De grote uitdaging is dan ook hoe dergelijke data kan worden geïntegreerd in modelgebaseerde methoden voor Systems Engineering (MBSE). Er moet een Digital Twin technologie worden ontwikkeld, waarmee de Systems Engineering aanpak van de toekomst wordt gecreëerd, waarbij (menselijke) kennis, multidisciplinaire modellen en data worden gecombineerd en geïntegreerd. Digitale modellen zijn onmisbaar om effectief met de complexiteit van toekomstige ontwerpprocessen en systemen om te gaan. Ondersteund door immersieve visualisatieomgevingen zullen de ontwerp-, integratie- en verificatieprocessen gebruik maken van intuïtieve interfaces en adequate informatie voor snelle besluitvorming, geoptimaliseerd ontwerp en geautomatiseerde verificatie.

Echter, er is een fundamentele tegenstelling in de wereld van systems engineering. Enerzijds wordt vanwege bovenstaande gewerkt aan Model Based Systems Engineering (MBSE) om één uniform, controleerbaar en consistent systeemmodel te maken dat als basis dient voor de verdere ontwikkeling. Anderzijds is MBSE slecht toegankelijk voor disciplines die de verdere ontwikkeling moeten realiseren. Dit hindert de optimale integrale aanpak. MBSE schiet op dit terrein dus nog tekort op de voor systems engineering cruciale communicatie tussen disciplines. De uitdaging is het direct verbinden van MBSE met systeembeschrijvingen die door belanghebbenden met zeer verschillende achtergronden begrepen worden, en met engineering-modellen voor verdere ontwikkeling. De MBSE-basis levert echter wel

consistentie, uniformiteit en controleerbaarheid op; deze basis kan ook worden gebruikt als uitgangspunt voor de (monodisciplinaire) engineering modellen en Digital Twins in latere levensfasen van het systeem. De breed begrepen systeembeschrijvingen kunnen gebruikt worden in verschillende vormen van multidisciplinaire communicatie tussen systems engineers onderling, van systems engineers naar engineers in verschillende disciplines, tussen systems engineers en management, en communicatie tussen bedrijven en klant.

Aanpak en select aantal kennisvragen

De wetenschappelijke uitdagingen geven aanleiding tot de formulering van een aantal concrete kennisvragen:

- Hoe kunnen we omgaan met de steeds toenemende complexiteit van hightech (productie)systemen, de onzekerheid in de modellen van de ontworpen systemen en de bijbehorende risico's van hun proliferatie beperken? Hoe kan systems of systems engineering hierin helpen?
- Hoe kunnen schaalbare en generiek toepasbare (over toepassingsdomeinen heen) methoden ontwikkeld worden voor modulaire modelvorming en het management van systeemcomplexiteit ter ondersteuning van een inherent multidisciplinair ontwerpproces?
- Self aware (zelfbewuste) en autonome systemen – hoe redeneert een systeem zinvol over zichzelf zodanig dat het zichzelf kan repareren, in optimale conditie houden en zichzelf kan verbeteren; hoe blijft dit transparant en beheersbaar voor de mens als eindgebruiker?
- Hoe kan men inzicht krijgen in de volledige en essentiële functionaliteit van bestaande software (bijvoorbeeld voor aansturing of gegevensverwerking) en van nieuwe software-onderdelen in een gegeven context? Hoe link ik dat aan de vereisten en aan de vaak impliciete verwachtingen van gedrag op systeemniveau?
- Hoe realiseren we innovatie in Systems Engineering door Digital Twinning, dat wil zeggen het gecombineerd exploiteren van modellen, data en slimme algoritmen, om het ontwerpproces van hightech systemen te verbeteren? Hoe maak je een model dat bruikbaar is voor het beoogde doel en kun je modelcreatie automatiseren?
- Hoe kunnen 'Thinking Assistants' worden gecreëerd die menselijke creativiteit en intelligentie optimaal aanvullen met algoritmische en kunstmatige intelligentie ter ondersteuning van complexe ontwerpprocessen?

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

Toenemende complexiteit van systemen en ontwerpen maar ook de steeds groter wordende functionaliteitseisen van deze maken het uitzonderlijk belangrijk de system engineering van deze systemen te optimaliseren en efficiënter te maken.

Ontwerpteams moeten, van systeemniveau tot detailniveau, worden ondersteund door methoden voor Digital Engineering die niet alleen goed gefundeerde monodisciplinaire ontwerpbeslissingen ondersteunen, maar, nog belangrijker, op inzichtelijke wijze interface-eisen presenteren aan andere disciplines om een werkelijk multidisciplinair, meerlagig en modulair ontwerpproces te faciliteren. Een ander innovatief aspect van mens-machine-interactie dat moet worden nagestreefd, is de ontwikkeling van (bijv. op AI gebaseerde) methoden voor exploratie van de ontwerpruimte op zodanige wijze dat menselijke en algoritmische creativiteit elkaar zo goed mogelijk aanvullen. Voor nieuwe technologieën

is het cruciaal dat systeemarchitectuurbenaderingen al in een vroeg stadium van het ontwerp worden toegepast.

Dit is bijvoorbeeld het geval voor disruptieve duurzame energiesystemen waarbij de techno-financiële aspecten een aanzienlijke invloed hebben op de energiekosten en daarmee op het concurrentievermogen ten opzichte van de gevestigde technologieën. In de agrofood-sector is een dynamische modelbenadering van de levenscyclus nodig om hun ecologische voetafdruk te bestuderen. Een agrarisch productiesysteem is een complex samenspel tussen vele aspecten zoals biologie/ecologie, technische hulpmiddelen en menselijke interactie. MBSE gaat helpen om lineaire voedselsystemen om te buigen naar circulaire voedselsystemen waarbij de inputs voor het voedselsysteem sterk wordt verminderd (met name water, energie en fosfaat). Dynamische modelleringsmethoden zijn vooral noodzakelijk wanneer gekeken wordt naar systemen van systemen, en waarin interacties tussen voor- en achtergrondsystemen moeten worden verwerkt. Dit is bijvoorbeeld het geval bij recyclingprocessen waarbij de output (bijvoorbeeld gerecycled polymeer) qua kosten en duurzaamheid moet worden vergeleken met de oorspronkelijke input (bijvoorbeeld nieuw polymeer). Ook in de hightech equipment (bijvoorbeeld front en back-end equipment voor de semicon) wordt de systems-of-systems benadering belangrijker om de equipment modulair op te zetten (uitbesteding van ontwikkeling van waferstage en waferhandler in lithografiemachines), én goed in te passen in de toepassingscontext (de halfgeleider fab van de klant). Modelgebaseerde engineering is ook nodig bij de regeling en optimalisatie van productieprocessen, waarbij het Internet of Things (IoT) een rol zal spelen op de interface tussen de gebruiker en de technologie; het ontwerpen van een dergelijk ecosysteem vereist een systeembenadering om de inherente complexiteit ervan aan te pakken en de bijbehorende risico's te beperken.

Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

De systeemtechnologie Systems Engineering komt terug in de projectvoorstellen zoals genoemd bij de zes toepassingsprogramma's.

Betrokken partijen

O.a. 5.1 2.f [redacted]

Open call programma

Systems engineering (een enabling technology) is de ruggengraat van elk ontwerpproces voor high-tech systemen, vooral voor laag-volume, hoog-complexe producten. Het domein van systems engineering, dat de basis vormt voor elk engineering systeemontwerp, zal worden vernieuwd om de Nederlandse variant van System Engineering volledig te benutten, en ook om het potentieel van kunstmatige intelligentie (en andere data-gebaseerde) technieken te ontketenen voor het ontwerp en de werking van de systemen in termen van 'real-time' leren, exploratie en adaptatie, en mens-technologie interactie. Dit programma heeft als doel nieuwe methoden voor Systems Engineering te ontwikkelen die, enerzijds, ons in staat stellen om te gaan met almaar groeiende systeemcomplexiteit (door multi-disciplinariteit van het ontwerpproces, heterogeniteit van het eisenpakket, grootschaligheid van de systemen) en, anderzijds, optimaal gebruik maken van recente technologische enablers.

3.1.2.7 Verdiepingsprogramma Smart Industry

Ambitie en wetenschappelijke uitdagingen

De ambitie van dit programma is om Smart Industry (vierde generatie industriële revolutie (I4.0)) oplossingen te ontwikkelen, met als doel: maximale flexibilisering, robuustheid (met technologie- en productiesoevereiniteit) en verduurzaming van de productieketen, en daarmee vergroting en versterking van de productiecapaciteit en productiviteit in Nederland door middel van (vergaande) digitalisering.[118]

Het NXTGEN Hightech Equipment (HTE) programma creëert veel exporteerbare waarde door ontwikkeling en productie van equipment in de toepassingsdomeinen biomedische productietechnologie, semiconductor equipment, Laser Satcom, flexibele microfabricage voor composieten, Handsfree Agrifood en productieapparatuur voor energieopslag en –conversie. Om competitief te blijven en de productie in Nederland te behouden, is I4.0 productietechnologie nodig die leidt tot een verdubbeling van de productiviteitsgroei om daarmee wereldwijd voorop te lopen. Dit geldt zowel in de fabriek als in de keten en moet in de keten leiden tot ontwikkeling van onderhouds- en nieuwe (keten)diensten.

Nederland heeft een intensief toelevernetwerk van bedrijven en dienstenleveranciers met een gezamenlijke visie. Deze is uitgesproken in het Smart Industry programma van FME, KMU, TNO, KvK en MinEZK met smart working, manufacturing, supply netwerk en system engineering. De ultieme ambitie is een zo hoog mogelijke productiviteit en een schaalsprong naar de nul. Nul productiefouten, nul afval, nul extra investeringen bij productaanpassingen en nul (her)programmering, nul verrassingen in zowel productieketen als onderhoud en nul drop-outs. Deze ambities zijn niet te behalen met een Industrie 3.0-aanpak, maar wel met verregaande digitalisering van de maakindustrie. Binnen Nederland kijken we met Smart Industry naar de (I4.0) fabriek en de keten.

Voor een concurrerende productie van NXTGEN HIGHTECH moeten we drie belangrijke uitdagingen realiseren:

- Tijdige implementatie van specifieke materiaal- en productietechnologie die specifiek is voor de productie van de nieuw te ontwikkelen Hightech Equipment en het realiseren van een uiterst flexibele, vergaand geautomatiseerde productie.
- Een productiviteitssprong van 100k (omzet)/fte/jr in 2020 naar 150k/fte/jr in 2030 met toenemende eisen rondom kwaliteit, flexibiliteit en doorlooptijd.
- Voldoen aan de eisen van duurzaamheid, weerbaarheid (Europese productiesoevereiniteit) en inclusiviteit als digitale skills (Industrie 5.0).[119]

Aanpak en select aantal kennisvragen

Het bovenstaande lukt alleen als we geïntegreerd investeren in:

---

[118] Smart Industry whitepaper 2020: Flexibeler, Robuuster en Slimmer werken in de post-corona tijd (HYPERLINK "http://www.smartindustry.nl/"www.smartindustry.nl)

[119] Industry 5.0, Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, Maija Breque, Lars De Nul, Athanasios Petridi, European Union, 2021

- verregaande digitalisering in de fabriek (geadresseerd in projectvoorstel Smart Industry 01: NXT GEN Autonomous Factory, afgekort AF);
- verregaande digitalisering in de keten (geadresseerd in projectvoorstel Smart Industry 02: NXT GEN Smart Enabling Technologies, afgekort SN);
- het op grote schaal verstevigen van digitale kennis en vaardigheden van mensen en bedrijven binnen de hele keten (geadresseerd in projectvoorstel Smart Industry 03: NXT GEN Capabilities Booster; niet beschikbaar in korte versie van dit voorstel).

Er is een significante impulsinvestering nodig om de volgende schaalsprongen te maken:

- (AF) De sprong naar nul productiefouten in de productiecel door in line quality assurance, die kan leiden tot in line certification (nul afval door 100% procesbeheersing en nul destructieve testen);
- (AF) De sprong naar nul (her)programmering in fabrieken die foutloos allerlei (varianten van en aanpassingen op) producten maakt (optimale bezetting en energiegebruik in de fabriek) en nul papier: volledige digitale traceerbaarheid met unieke part-/productnummering vanaf productie tot aan recycling. Maar vooral ook nul investeringen bij productaanpassingen;
- (SN) De sprong naar nul verrassingen in de productie over beschikbaarheid en kwaliteit van materialen, onderdelen en modules (optimale benutting van het hele productienetwerk van toeleveranciers);
- (SN) De sprong naar nul vertraging bij ingebruikname van nieuwe hightech equipment en onverwacht onderhoud (minimalisering reisbewegingen en stilvallen van dure productiecapaciteit).

Elk van deze stappen wordt gerealiseerd door verregaande digitalisering en inzet van Digitale Twins, IoT (Internet of Things), Big Data, Cloud en AI (Artificial Intelligence). Deze technologieën zijn bovendien noodzakelijk om tot een circulaire maakindustrie te komen.[120] De digitalisering leidt tot optimale traceerbaarheid, inclusief kennis over gebruik, slijtage en hergebruik van producten, onderdelen en materiaal. Ten slotte leiden deze ontwikkelingen tot grotere weerbaarheid: Europa is beter in staat om kosteneffectief te produceren en hoeft de productie van kritische onderdelen dus niet meer buiten de EU te leggen.

In dit verdiepingsprogramma komt een variëteit aan kennisvragen naar voren, een aantal generieke en een aantal zeer specifieke gericht op ontwikkelingen voor een specifiek toepassingsgebied. Onderstaand enkele generieke vragen:

- Autonome aansturing**:** Welke onderdelen van productielijnen kunnen volledig autonoom functioneren en hoe functioneert hun onderlinge samenwerking door gedistribueerde intelligentie?
- Duurzaamheid: Hoe kan de fabriekslijn van de toekomst sociale, economische en circulaire randvoorwaarden combineren?
- Complexiteit: Hoe wordt de fabriekslijn autonoom aangestuurd op een manier die rekening houdt met de verschillende processen in de fabriek: product (3D CAD), productiemogelijkheden, werkvoorbereiding, configuratie, planning, onderhoud, etc.?
- Opschaling & Ecosysteem: Welke digitale bouwblokken en standaarden zijn nodig om de fabriek autonoom te maken?

[120] TNO white paper, september 2021: Digitalisering cruciaal voor circulaire industrie – terugkijkend vanuit 2050 (www.tno.nl)

- Kwaliteit & Flexibiliteit: Wat zijn de consequenties van de nul ambities op in-line kwaliteit, validatie, control en maintenance van werkstations naar de fabriekslijn?
- Standaarden: Hoe kunnen welke (in ontwikkeling zijnde) open internationale standaard(en) worden in gezet om een door een industrie netwerk geaccepteerd manufacturing data space te realiseren?
- Juridische grenzen: Wat en hoe moet e.e.a. worden gerealiseerd om over bedrijfsgrenzen heen tot juridisch en technologie werkbare data (en informatie) deling te komen?
- Realtime: Hoe realiseren we realtime keten diepe planning en control met sub vragen over vertrouwen/voorkomen van misbruik van informatie en wat zijn de consequenties van toepassing van keten diepe planning en control (meer betrouwbaarheid, kortere levertijden)?
- Product lifecycle management: Hoe geven we vorm aan een control tower concept waarin leveranciers, serviceproviders en product eigenaren/gebruikers samen productiever kunnen werken tijdens de levensduur van een product, gebruikmakend van een (open industriële standaard) product data space?
- Traceability: Hoe realiseren we immutable product (en part) identificatie zodat betrouwbare manufacturing/product data spaces ontstaan?

Maatschappelijke, economische en wetenschappelijke impact

Naast de sprong in productiviteit met als doel behoud van welvaart, gaat de aandacht in de industrie steeds meer uit naar kostenbesparing door **hergebruik van materialen**. Dit laatste hangt samen met steeds verder oplopende CO_2-kosten waardoor hergebruik economisch rendabel wordt. Om hergebruik van producten, componenten en materialen mogelijk te maken, dient eerst de digitalisering van het productie en gebruik van hightech equipment gerealiseerd te zijn. Dit begint met het digitaliseren van fabrieken alsmede de toeleverancierskten met behulp van o.a. manufacturing data spaces, om later deze technologie uit te breiden naar een product (paspoort) data space en de inzet van nieuwe diensten voor hightech equipment.

Tabel 27 Overzicht projecten (met aandeel verdieping ≥ 20%)

Naam project	Penvoerder	Totaal-omvang (MEUR)
Smart Industry 01: NXT GEN Autonomous Factory		5.1 1.c
Smart Industry 02: NXT GEN Smart Enabling Technologies		

Daarnaast komt de systeemtechnologie Smart Industry terug in de projectvoorstellen zoals genoemd bij de zes toepassingsprogramma's.

Betrokken partijen

5.1 2.f

5.1 2.f [redacted]

Open call programma

Smart Industry sluit zich aan bij de open call programma's van de andere verdiepingsprogramma's en hiervoor is dus geen aparte referentietekst opgesteld.

3.1.2.8 Het open call programma

Om tijdens de looptijd van het programma ruimte te bieden aan nieuwe wetenschappelijke uitdagingen die relevant zijn voor meerdere toepassingsdomeinen worden de verdiepingsprogramma's uitgebreid met een 'open call'.

De open calls hebben een langere termijn visie op fundamenteel en industrieel onderzoek voor het beantwoorden van kennisvragen relevant voor meerdere toepassingsdomeinen. Daarnaast biedt het ook de mogelijkheid voor nieuwe partijen (zowel bedrijven als kennisinstellingen) om bij te dragen aan de kennisontwikkeling binnen NXTGEN HIGHTECH. Belangrijk is dat de meest geschikte en geoutilleerde partijen de kans krijgen bij te dragen en daarom is dit deel van het verdiepingsprogramma open en in competitie, gebruikmakend van de expertise en het instrumentarium van NWO. Aan deze calls kunnen consortia van bedrijven en kennisinstellingen (universiteiten, hogescholen en TO2 instellingen) meedoen. De kennis die in deze open calls ontwikkeld wordt, gaat gebruikt worden om de toepassingsprogramma's te ondersteunen en waar nodig bij te sturen. Referentieteksten voor de open calls per verdiepingsprogramma zijn opgesteld door het wetenschapsforum van NXTGEN HIGHTECH. Deze gaan dienen als leidraad voor de uit te zetten open calls, samen met de wetenschappelijke positiepapers.

De voorwaarden die we stellen aan de open calls zijn:

- In opdracht van EZK zal NWO de open call uitvoeren en hanteert een overheadpercentage van 6% voor de uitvoering, deze kosten worden gefinancierd vanuit het NGF-voorstel van NXTGEN HIGHTECH;
- Call tekst wordt opgesteld door NWO, in nauwe afstemming met leden van het wetenschapsforum (eventueel aangevuld met andere wetenschappers) aan de hand van de referentietekst en de wetenschappelijke positiepapers;
- Een call staat open voor voorstellen op meerdere systeem- en sleuteltechnologieën, zonder tussenschotten. Scoping kan per call verschillen en wordt bepaald door de governance van het NXTGEN HIGHTECH programma;
- De calls dienen meerdere toepassingsdomeinen te bedienen, met aandacht voor maatschappelijke impact en economisch verdienvermogen;

- De voorstellen worden beoordeeld door onafhankelijke commissies ondersteund door onafhankelijke experts (referenten);
- Een project wordt uitgevoerd door een consortium van kennisinstellingen en industriële partners. De industriële partners moeten meerdere toepassingsdomeinen afdekken;
- De projectomvang wordt per call vastgesteld, met als voorwaarde dat de projecten van voldoende omvang moeten zijn om significante impact te kunnen maken;
- Per project minimaal 3 kennisinstellingen (universiteiten, TO2 instellingen en hogescholen), waarvan minimaal 2 universiteiten), en daarnaast zijn er minstens 2 private partijen aangesloten;
- Criteria voor de ranking van voorstellen: hoger naarmate het meer kan bijdragen aan de uitdagingen beschreven in de referentietekst, kwaliteit en organisatie van het consortium;
- Het wordt aangemoedigd om in het project de verbinding te maken met de andere systeem- en sleuteltechnologieën in NXTGEN HIGHTECH;
- Financiering is een PPS constructie, met voor elk project minimaal 30% eigen bijdrage vanuit externe partijen.[121] We hanteren de op dat moment geldende NWO-verdeelsleutel tussen in-kind en in-cash. De NWO-bijdrage wordt betaald door EZK uit het Groeifonds voor de uitvoering van het open call programma binnen NXTGEN HIGHTECH. NWO hanteert hierbij tarieven die tegemoetkomen aan indirecte kosten, die gelden voor alle NWO-activiteiten die voorvloeien uit het Nationaal Groeifonds;
- Inhoud, omvang van de call, tijdspad, beoordeling van projecten en bevoorschotting in samenspraak met NWO;
- KPI's worden op projectbasis vastgelegd, en monitoring van de voortgang van het project gaat volgens de geldende systematiek van NWO;
- 1e call wordt uitgezet zo snel als mogelijk, streven naar eind 2022. De call wordt gepubliceerd binnen 3 maanden[122] nadat het voorstel NXTGEN HIGHTECH formeel van start heeft kunnen gaan; projecten ingediend en beoordeeld binnen 9 maanden na start. Vereiste zal zijn dat projecten van start gaan uiterlijk 12 maanden na toekenning, met een looptijd van maximaal 5 jaar;
- Lancering van volgende calls zijn gepland in 2024 en 2026, en in overleg met NWO.

3.1.2.9 Flankerende NWO-programma's die NXTGEN HIGHTECH kunnen ondersteunen

In de open calls worden kennisvragen geadresseerd die op de middellange termijn leiden tot economisch verdienvermogen en maatschappelijke impact. Passend bij de aard van het NXTGEN HIGHTECH programma is er daarnaast een inventarisatie gemaakt van bestaande NWO subsidie-instrumenten waaruit potentieel middelen aangesproken kunnen worden als flankerend budget voor de open calls, zie ook sectie 4.3.3 (passende bekostigingsmix). Het gaat om:

1. Het kennis en innovatieconvenant (KIC), en met name de missie gedreven calls. De KIA Sleuteltechnologieën heeft een sturende rol op dit instrument. In 2021 voert NWO, op voordracht van TKI HTSM als trekker van de KIA-sleuteltechnologieën, een thematische call uit op het gebied

[121] Als NWO ook indirecte kosten gaat vergoeden, dan is dit percentage exclusief de tegemoetkoming indirecte kosten. De reden hiervoor is om de private bijdragen voor NWO instrumenten, niet gelieerd aan het groeifonds, gelijk te houden.

[122] Onder de voorwaarde dat EZK de middelen heeft beschikt aan NWO, anders kan NWO de call niet openen.

van hightech equipment met als focus Cyber Physical Systems. Deze call past naadloos bij het NXTGEN HIGHTECH Groeifonds voorstel. NXTGEN HIGHTECH heeft een formele status binnen de KIA ST (als onderdeel van het zogenaamde Breed gedragen Programma (BGP) 'High Tech Equipment'). Naast een continue aandacht op het programmeren door betrokken KIC-partners in het kader van het BGP High Tech Equipment zal de governance Sleuteltechnologieën gevraagd worden om tijdens de looptijd van het NXTGEN HIGHTECH programma prioriteit te geven aan missie gedreven calls op het gebied van hightech equipment, ter flankering van de aangevraagde Groeifonds middelen.

2. Een ander kansrijk instrument om flankerende onderzoek te realiseren is de thematische call door NWO van de Nationale Wetenschapsagenda (NWA lijn 2). Onderwerpen voor zo'n thematische call kunnen aangedragen worden door vakdepartementen. Gedurende het NXTGEN HIGHTECH programma kunnen zij met NWO bezien hoe calls voor projecten op te zetten die programmatisch passen binnen zowel het NXTGEN HIGHTECH programma als de NWA (interdisciplinair, samenwerking in de kennisketen en met de maatschappij, maatschappelijke impact). 'Technologie ontmoet de maatschappij'. Voorbeelden van mogelijke onderwerpen zijn:
   - de impact van cyber physical systems en robotica op (zwaar) werk en de inrichting van werk, de interactie tussen mens en robot, samenwerking met de mens. Samenwerking met EZK, SZW en VWS ligt voor de hand, en afhankelijk van het onderwerp kunnen ook DEF, I&W, LNV geïnteresseerd zijn.
   - De impact van toepassingsmogelijkheden van semicon devices op de maatschappij, de ethische en juridische kwesties en veiligheid (waaronder cyber security). I&W, J&V, BZK en DEF kunnen hier geïnteresseerd in zijn.
   - Hoe om te gaan met de steeds complexere hightech (productie)systemen en het vertrouwen in deze systemen. Datzelfde geldt ook voor verregaande autonome systemen, met de vraag hoe die transparant en beheersbaar blijven voor de mens als eindgebruiker. Afhankelijk van de toepassing (bv. agro, logistiek, veiligheid, energietransitie…) kunnen meerdere ministeries geïnteresseerd zijn.

   Bovenstaande is een verkenning van maatschappelijke vraagstukken gelieerd aan de hightech equipment industrie. De eerste gesprekken zijn gevoerd met NWO en de ministeries van OCW en EZK over onderwerpen voor een NWA thematische call. We verwachten dat NWO gedurende de looptijd van het programma twee van deze calls kan lanceren, met medefinanciering van de ministeries, ieder met een omvang rond de 4M€. Dit komt bovenop het NXTGEN HIGHTECH budget.

3. Twee andere, technologisch georiënteerde, NWO-instrumenten die interessant zijn voor flankerend onderzoek zijn het Open Technologie Programma en het Perspectief Programma. De scope van OTP is breed maar past als technologieprogramma goed bij het NXTGEN HIGHTECH programma. Er zijn regelmatig projectaanvragen die binnen het domein hightech equipment vallen en vanuit het NXTGEN HIGHTECH programma zullen individuele onderzoekers gestimuleerd worden om aanvragen binnen het domein hightech equipment te gaan doen en daarbij (eventueel nieuwe) industriële partners te betrekken bij het opstellen van de specificaties en de implementatie daarvan. Het financieringsinstrument Perspectief richt zich op het stimuleren van het overstijgen van oude netwerken en het creëren van sterke samenwerking tussen wetenschappers en bedrijfsleven, om zo innovatieknelpunten op te lossen. Vernieuwende kennis krijgt vorm in een toepassing die bijdraagt aan technologische innovatie met potentiële

economische en maatschappelijke impact voor Nederland. Deze doelstellingen passen goed bij het NXTGEN HIGHTECH programma. Wetenschappers en bedrijfsleven, die in het kader van het NXTGEN HIGHTECH programma al een ecosysteem vormen, kunnen hieraan kunnen meedoen.

4. Op individuele basis kunnen onderzoekers ook gebruik maken van de vernieuwingsimpulsen (Veni, Vidi, Vici, en dan met name het TTW domein) die kunnen bijdragen aan de wetenschappelijke fundatie van de zes technologiegebieden.
5. Daarnaast kent de KIC ook de NWO instrumenten ‘partnerschappen’ en ‘strategische samenwerkingen (LTP’s)’. Ook deze instrumenten zijn interessant maar, wel toegankelijk voor alle KIA’s.

3.1.3 Activiteitenplan Ecosysteempijler

De versterking van het hightech equipment ecosysteem is één van de drie pijlers van dit voorstel. Zoals beschreven in paragraaf 2.3 gaat het niet zozeer om het ontwikkelen van een *nieuw* ecosysteem maar om het gericht versterken van het bestaande hightech equipment ecosysteem en het verbinden van het 'core' hightech equipment ecosysteem met de ecosystemen van de verschillende toepassingsgebieden. De belangrijkste uitdaging is om door op deze wijze te verbinden, bestaande expertise te valoriseren naar nieuwe applicaties en waardeketens. Uitgangspunt daarbij is om zoveel mogelijk gebruik te maken van bestaande activiteiten, initiatieven en organisaties

De ecosysteempijler kent 6 actielijnen. Paragraaf 2.4.1.3 laat zien waarom juist deze actielijnen worden opgepakt in NXTGEN HIGHTECH. Het gaat om de volgende actielijnen:

1. Visie: Lange termijn blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie
2. Locaties: Investeringen in onderzoeks- en testfaciliteiten
3. Kapitaal: Investeerders in ecosysteem mobiliseren
4. Skills: Aantrekken en opleiden.
5. Verbindingen: Verbindingen tussen ecosystemen leggen
6. Internationalisering

Hieronder wordt de voorgestelde invulling van deze zes actielijnen in het voorstel gegeven. Per actielijn wordt aangegeven wat de belangrijkste uitdaging is waar de actielijn op is gericht, wat de voorgestelde oplossing is en waar de uitvoering van de actielijn belegd is. De uitvoering is voor een deel belegd bij het programmabureau NXTGEN HIGHTECH, maar er wordt veelvuldig samengewerkt met ecosysteem spelers in het veld voor de uitvoering van deelprojecten binnen de actielijnen.

3.1.3.1 Visie

Uitdaging

Een belangrijke ecosysteem uitdaging is lange termijn blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie.[123] De doelstelling om 2,5% van het bbp te investeren in onderzoek en innovatie wordt door Nederland al jaren niet gehaald. In het huidige investeringslandschap wordt het ontbreken van meerjarige financiering en de samenhang tussen de verschillende activiteiten en samenwerking tussen de actoren als belemmering gezien. Om van onderzoek tot marktintroductie te komen is een lang, iteratief proces nodig en dit proces wordt verstoord indien investeringen niet samenhangend en voorspelbaar zijn. Private partijen stappen eerder in onderzoeks- en innovatietrajecten als de overheid meerjarig co-investeert en als er coördinatie of regie is. Ook geldt dat het aanpakken van economische en, vooral, maatschappelijke uitdagingen een lange adem vergt. Het is dus van groot belang dat er meerjarig wordt geïnvesteerd in alle activiteiten binnen onderzoeks- en innovatie ecosystemen.

Onderzoek en innovatie zijn immers geen lineair proces waarin activiteiten zoals fundamenteel onderzoek en het bouwen van testfaciliteiten 'klaar zijn' en waarin kan worden overgestapt op toegepast onderzoek en het ondersteunen van start-ups. Idealiter is het proces iteratief, met vele

[123] https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2020/10/30/bijlage-1-versterken-van-onderzoeks-en-innovatie-ecosystemen/Versterken_van_onderzoeks-_en_innovatie-ecosystemen.pdf

feedback loops in het ecosysteem. Hierbij moet voldoende ruimte zijn voor bijsturing. Dat vraagt dus om een balans tussen lange termijn financiering en periodieke heroverweging."

Er zijn de afgelopen jaren stappen gezet om deze uitdaging op te pakken binnen het missie gedreven topsectoren- en innovatiebeleid. Daar zijn middelen beschikbaar voor de financiering van brede consortia en lang termijn partnerschappen. De afspraken hiervoor zijn in de Kennis- en Innovatieconvenant en -agenda's door publieke en private partners vastgelegd.[123]

Voorgestelde oplossing

Dit NXTGEN HIGHTECH voorstel zal een rol spelen bij zowel het op peil brengen van lange termijn investeringen in onderzoek en innovatie als het vergroten van samenhang en samenwerking. Binnen de programmatische aanpak in dit NXTGEN HIGHTECH voorstel wordt gebruik gemaakt van roadmaps. Er zijn voorlopige roadmaps opgesteld door de toepassingsprogramma's in samenspraak met de verdiepingsprogramma's, welke richting subsidie indiening gefinaliseerd worden. Ze bieden een overzicht en stappenplan van de beoogde technologische- en kennisontwikkelingen in de tijd van de verschillende toepassingsprogramma's en onderliggende projecten, ondersteund door de verschillende verdiepingsprogramma's. Elke 2 jaar zal, samenvallend met de stagegates, monitoring en evaluatie plaatsvinden, waarbij een update plaats zal vinden van de roadmaps door de domeintrekkers in afstemming met de verschillende consortia en verdiepingsprojecten. Deze updates worden getoetst met de verschillende NXYGEN HIGHTECH adviesgroepen; de nationale adviescommissie, het wetenschapsforum, de bedrijvenadviesgroep, de internationale reviewgroep en de investeringstafel.

Na 31 oktober 2021 zullen we, in de nadere uitwerking van de NXTGEN HIGHTECH roadmaps, de inhoud waar mogelijk afstemmen met andere agenda's, m.n. de Europese horizonprogramma's, de KIA's van het MTIB en de HTSM-roadmaps.

Uitvoerende partij

De uitvoering van deze ecosysteem activiteit ligt bij het programmabureau NXTGEN HIGHTECH in samenwerking met de betrokken partners.

3.1.3.2 Locaties

Fysieke locaties spelen een cruciale rol in ecosystemen. Dit gaat om de labs, installaties en apparatuur van de onderzoeks- en testfaciliteiten die nodig zijn om nieuwe technologieën te ontwikkelen en te testen. Voor het hightech equipment ecosysteem geldt dit in versterkte mate. Onderzoekers en bedrijven moeten met state-of-the-art apparatuur kunnen werken om internationaal mee te doen. Dit trekt op haar beurt ook weer innovatieve bedrijven en internationale toponderzoekers aan.

Op de fysieke locaties komen de potentieel nieuwe marktvragen van de toekomst en het aanbod van nieuwe hightech equipment bij elkaar. Het NXTGEN HIGHTECH programma kan uiteraard geen nieuwe markten voor de hightech equipment bedrijven creëren maar wel kansen vergroten en risico's verkleinen door experimenteer- en demo-locaties te creëren.

Uitdagingen

- Onderzoeks- en testfaciliteiten zijn over het algemeen duur in de hightech equipment sector. Het gaat hierbij niet alleen om de kosten voor de aanschaf van het gebouw en de equipment, maar ook

om onderhoudskosten, afschrijvingskosten en kosten voor het up-to-date houden van de equipment. Deze investeringen zijn voor individuele partijen veelal te duur.



Figuur 13 Verdeling over Nederland van NXTGEN HIGHTECH locaties waar activiteiten uit het programma samenkomen (toepassing, verdieping en ecosysteem).

- Om nieuwe toepassingen te ontwikkelen voor de verschillende toepassingsdomeinen zijn locaties nodig waar partijen uit verschillende hoeken gezamenlijk aan innovatieprojecten kunnen werken. Ontwikkelaars, vragers en aanbieders van verschillende technologieën ontmoeten elkaar, werken samen werken aan innovatieprojecten en bouwen daarmee onderling vertrouwen op.
- Steeds meer wordt het belang erkend van het inrichten van onderzoeks- en expertisecentra, labs, testomgevingen etc. als multifunctionele centra waar niet alleen onderzoek wordt gedaan, maar waar ook onderwijs wordt gegeven, technologie wordt gedemonstreerd, in bredere zin aan communicatie en verspreiding van kennis wordt gedaan in het omliggende ecosysteem. [124,125,126]

[124] Manifest Toplocaties 2020

[125] Stolwijk C., en Geurts A., (2020), Investigation physical field lab location, TNO report.

[126] Stolwijk C., en Seiffert L., (2016), Fieldlab als aanjager van het innovatie ecosysteem TNO report: https://www.bdvc.nl/images/Rapporten/TNO-2016-R11444.pdf

- Een belangrijke uitdaging voor het programma is om een fysieke infrastructuur te versterken en/of realiseren dat op eigen kracht voort kan nadat het NXTGEN HIGHTECH programma is afgerond.

Voorgestelde oplossing

Het ecosysteem van hightech equipment in Nederland kent al de nodige hoogwaardige locaties en faciliteiten. NXTGEN HIGHTECH bouwt hier zoveel mogelijk op voort. Daarnaast wordt ingezet op de oprichting van twee nieuwe faciliteiten, namelijk de PolymerBio Production faciliteit en het Lasersatcom Innovation Centre.

Binnen het programma zijn ruim 30 projecten gedefinieerd. In de meeste van deze projecten komen de consortium partijen bij elkaar op fysieke locaties waar product en productietechnologie faciliteiten worden ontwikkeld. Bedrijven, kennispartners en overheden werken op deze locaties samen waar de toepassing, verdieping, en ecosysteem integraal samen gaan komen.

De bijdrage van het NXTGEN HIGHTECH programma is specifiek gericht op activiteiten in (bestaande) locaties gericht op verbinding met andere (hightech) ecosystemen of verdieping in (hightech) systeem- en sleuteltechnologieën. De activiteiten in het NXTGEN HIGHTECH programma komen bovenop reguliere programma's van bestaande locaties en zorgen zo voor continuïteit en concentratie van activiteiten. De NXTGEN HIGHTECH projecten maken daarbij gebruik van de faciliteiten die aanwezig zijn op de verschillende locaties en dragen bij aan de opbouw van de het hightech equipment ecosysteem.

Een nadere duiding van de fysieke locaties en haar activiteiten is te vinden in de beschrijvingen van de reeds gecommitteerde projecten in de toepassingsprogramma's en het Smart Industry verdiepingsprogramma. Hierna worden de verschillende netwerken van locaties per toepassingsdomein beschreven in Tabel 28.

Tabel 28 (Ter illustratie) aantal van de fysieke locaties uitgelicht



Handsfree Agrifood

World Horti Center, is een locatie voor agrifood gericht op robocrops. Het center heeft een strategische positie tussen een belangrijke ecosysteem partijen. 5.1 2.f gaat als proeflocatie dienen. Deze locatie ligt midden in het kassengebied, met in de directe omgeving World Horti Center, 5.1 2.f (kennisinstelling), 5.1 2.f (onderwijs/start-ups), 5.1 2.f en een aantal bedrijven. Daarnaast kent Agrifood locaties in Flevoland en Reusel voor de handsfree teelt op andere ondergrondsoorten.



Biomedical Production Technology

Van virtuele naar fysieke productielijn

Biomedische productietechnologie is bij uitstek een multidisciplinair veld waarin spelers vanuit vrijwel alle regio's in Nederland samen werken. Daarvoor hebben we binnen dit domein een virtuele productielijn opgezet, maar gedurende het project wordt deze omgezet in een fysieke productielijn op de 5.1 2.f vergelijkbaar met de huidige 5.1 2.f , maar dan voor biomedische technologie. Hier werken lokale partijen zoals 5.1 2.f , 5.1 2.f en 5.1 2.f samen met de 5.1 2.f om op grote schaal de biologische en technologische bouwblokken die bijvoorbeeld in Eindhoven en Delft worden geproduceerd bij elkaar te brengen en te integreren. Het doel is om een schakel in de keten te zijn tussen prototype productie (universiteiten) en grootschalige productie (bedrijven), maar wel volwaardige productieprocessen te gebruiken waarmee systemen al gekwalificeerd kunnen worden. Daarnaast biedt deze locatie de mogelijkheid te werken aan onderzoek in procestechnologie.



Semicon Equipment for Heterogenous Integration

Op de locatie in Nijmegen zijn alle grote semicon bedrijven goed aangesloten. Bedrijven hebben hier toegang tot de nog te ontwikkelen advanced packaging apparatuur om zo te zien hoe ze deze kunnen inpassen in hun eigen productieprocessen. Hier zitten met name het 5.1 2.f en 5.1 2.f .
Daarnaast zullen de 5.1 2.f Enschede en Eindhoven dit ook mogelijk maken voor de te ontwikkelen fotonische chipapparatuur. Hier kunnen de bedrijven de apparatuur in actie gaan zien en bepalen wat er mogelijk is voor hun eigen metrologie en productie uitdaging. Samen zullen al deze locaties de transitie naar heterogene integratie zo makkelijk en toegankelijk mogelijk maken, op deze locaties zitten nagenoeg alle Nederlandse fotonische chip spelers van naam zoals 5.1 2.f 5.1 2.f 5.1 2.f en 5.1 2.f , maar ook andere bedrijven als 5.1 2.f en 5.1 2.f zullen hier hun fotonische ontwikkel- en test activiteiten uitvoeren voor hun deel van de projecten.



Energy Conversion and Storage

Faciliteiten van 5.1 2.f en 5.1 2.f vormen gezamenlijk de illustratieve locatie van het toepassingsprogramma Energy in Eindhoven. Deze locaties richten zich op plasma- en dunne-film-technologie ten behoeve van batterijen, plasmaconversie en electrolyse. In de locaties werken onderzoekers aan verdieping en toepassing in elk van de domeinen, samen met bedrijven in de onmiddellijke omgeving zoals 5.1 2.f 5.1 2.f 5.1 2.f 5.1 2.f 5.1 2.f en 5.1 2.f die op hun locatie bovendien productie-apparatuur ontwikkelen. Er is nauwe samenwerking met 5.1 2.f in Petten voor electrolysers en toepassingen ervan, met 5.1 2.f (Geleen) voor plasmaconversie en fieldlab, en met 5.1 2.f en 5.1 2.f voor fabricage en testen van batterijen.



Flexible Microfactory for Composites

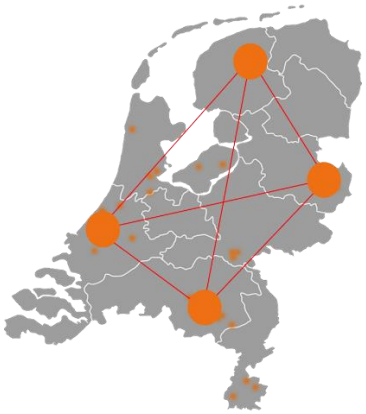
SAM|XL in Delft, is een open field lab voor "smart advanced manufacturing of lightweight structures" op de TU Delft Campus. Hier zullen diverse machines worden ontwikkeld, prototypes worden gebouwd en integratie van productielijnen worden gedemonstreerd. SAM|XL is tevens een belangrijke Smart Industry locatie, zodat uitwisseling daarmee ook goed mogelijk en geborgd is.

Andere locaties, waar componenten en deelsystemen worden ontwikkeld zijn m.n.: 5.1 2.f)5.1 2.f 5.1 2.f en 5.1 2.f (Den Haag).



Laser Satcom

De activiteiten voor Laser Satcom zullen elkaar vinden in het, nog in te richten, Laser Satcom Innovatie Centrum in Delft. In Delft zijn naast 5.1 2.f 5.1 2.f 5.1 2.f en 5.1 2.f ook verschillende andere deelnemers gevestigd. 5.1 2.f is bovendien al jaren het internationaal erkende Nederlandse centrum van excellentie in dit domein. Leiden en Amsterdam zijn andere locaties waar respectievelijk 5.1 2.f en 5.1 2.f gevestigd zijn. De ontwikkelingsactiviteiten van deze OEM's zullen veelal in Delft plaatsvinden.



Smart Industry

Het Noordelijke cluster is gericht op hoge volume productie heeft als uitvalsbasis [redacted] op het terrein van [redacted] waar ook het fieldlab [redacted] is gevestigd (onderdeel van de [redacted].

Het Oostelijke cluster is gericht op hoge flexibiliteit en middelgrote volumes in de toepassingsdomeinen energy, biomed, agrifood, semicon en composieten. Dit heeft haar thuisbasis bij [redacted] in [redacted] waar een groot aantal fysieke demonstrators staat gepland die gelinkt zijn aan de faciliteiten van het [redacted] dat in 2022 opent.

Het Westelijke cluster richt zich op het realiseren van industriële productie van relatief kleine series van kleine producten met zeer kleine toleranties. Hierin wordt nauw samengewerkt met het [redacted] domein en [redacted] in Delft.

Het Zuidelijke cluster richt zich op hoge complexiteit lage volumes. Het zwaartepunt van deze activiteiten ligt op de [redacted] waar naast shared facilities ook een 7-tal fieldlabs is gevestigd.

3.1.3.3 Kapitaal: Investeringen

Uitdaging

NXTGEN HIGHTECH zet in op een nieuwe generatie hightech equipment waarbij nieuwe technologie essentieel is. Bedrijven die in een waardeketen een sterke positie willen opbouwen kijken aan tegen aanzienlijke investeringen. Private en semi-private investeerders zijn daarvoor onmisbaar. Die vinden die nieuwe technologie echter lastig in te schatten en de technische en commerciële risico's hoog. Ook de afhankelijkheden van andere partners in de keten kunnen investeerders afschrikken. En veelal vinden ze een terugverdientijd van vijf tot tien jaar moeilijk te overzien en te lang. Vooral grotere investeringen zijn daardoor moeilijk.[127]

Voorgestelde oplossing

NXTGEN HIGHTECH programma biedt een panel voor Nederlandse investeerders waar ze kunnen meekijken naar de uitvoering van het programma en waar ze veelbelovende trends, spelers en bedrijven vroeg kunnen spotten. Ze kunnen, veelal samen, de technologie en het verdienmodel analyseren en inschatten, met hulp van experts. Op die basis kunnen ze tot investeringen komen, veelal in een consortium van diverse financiers met elk eigen specialismen. Hiertoe zet NXTGEN HIGHTECH de investeringstafel op. InvestNL, de ROM's en private partijen als financiers kunnen daaraan meedoen,

[127] Zie bijv. Bottlenecks voor deeptech scale-ups in de Klimaat & Energietransitie, Eindverslag stuurgroep Scale-up Financiering 9 november 2020 (https://www.invest-nl.nl/media/attachment/id/1165): ”In Nederland slagen slechts 1.3% van de deeptech K&E scale-ups er in om een financieringsronde van EUR 20m of meer succesvol af te ronden over de 2005-2019 periode. Dit is het laagste percentage internationaal vergeleken. Bijvoorbeeld in Duitsland ligt dit percentage op 2.2%, in Frankrijk op 3.4% en in het Verenigd Koninkrijk op 4.8%. Als in Nederland deze conversie-ratio omhoog gebracht zou worden naar het niveau van het Verenigd Koninkrijk, dan zou de financieringsbehoefte significant stijgen van EUR 250m naar ruim een EUR 1 miljard. Beschikbaarheid aan kapitaal in de later growth fase is dus een belangrijk beperkende factor als we de conversie van start-ups in scale-ups willen verhogen gegeven het aantal huidige beschikbare VC’s”

samen met de NXTGEN HIGHTECH bedrijven die interesse hebben. Het gaat daarbij om investeringen, maar ook om het aan elkaar knopen van netwerken, het uitwisselen van kennis, en het in vroege fase meekijken naar komende financiële trajecten (het 'treintje' met wagons voor diverse financiers voor korte en lange termijn en diverse specialismen).[128] NXTGEN HIGHTECH concentreert zich op matchmaking en dialoog tussen bedrijven en financiers en bevat geen eigen fonds voor financiering van bedrijven, gezien de bestaande en komende mogelijkheden (zie hiervoor paragraaf 4.3).

Vanuit NXTGEN HIGHTECH zal worden gevolgd of het aanbod van investeringen voldoet aan de vraag vanuit de partners. Het is immers niet de bedoeling dat Nederlandse NXTGEN HIGHTECH partijen ongewild in handen komen van buitenlandse investeerders. Als de regionale, nationale en Europese financieringsinstrumenten te kort blijken te schieten, zal NXTGEN HIGHTECH dat aankaarten bij de politieke en financiële wereld om te zien hoe dat verbeterd kan worden.

Uitvoering

- Programmabureau NXTGEN HIGHTECH
- NXTGEN HIGHTECH investeringstafel

3.1.3.4 Skills

Uitdaging

Er is een structureel tekort aan goed opgeleid technisch personeel in de hightech equipment sector,[129] zowel in kwantitatieve zin als in kwalitatieve zin.[130] Grote tekorten op de arbeidsmarkt zowel kwantitatief als kwalitatief beperken de snelheid waarmee nieuwe waardeketens kunnen worden opgebouwd. In kwantitatieve zin neemt de beroepsbevolking de komende jaren steeds verder af door vergrijzing, stagneert de instroom van technisch opgeleide mensen en spelen er veranderingen in arbeidsparticipatie. In kwalitatieve zin verandert de inhoud van het werk door onder nieuwe technologie in snel tempo. Bij de huidige werknemers groeit de vraag naar nieuwe vaardigheden.

---

[128] Uit de interviews is gebleken dat er behoefte bestaat onder ondernemers om al aan de start van het hele financieringsproces lange termijn commitment te krijgen van financiers. Bovendien zou financiering veel meer 'seamless' moet worden aangeboden waarbij rekening wordt gehouden met verschillende aanbieders en instrumenten ('blended finance') in opeenvolgende investeringsrondes die nodig zijn om de start-up te laten opschalen. Investeerders geven daarbij het belang aan van een kwalitatief en kwantitatief aantrekkelijke dealflow is. Die (toekomstige) dealflow wordt nu als onvoldoende inzichtelijk ervaren. Investeerders willen kansrijke initiatieven al vroegtijdig in beeld te hebben (dus al voordat ze binnen hun investeringsmandaat vallen). Indien investeerders van meet af aan worden betrokken en gezamenlijk een roadmap definiëren voor geselecteerde kansrijke initiatieven dan kan enerzijds tijdig aan de betreffende ondernemer duidelijk worden gemaakt welke voorwaarden aan een eventuele vervolgfinanciering worden gesteld. Anderzijds krijgen investeerders dan al in een vroeg stadium zicht op de aard en inhoud van de betreffende ondernemersactiviteiten, de kwaliteiten van de ondernemer, milestones en duidelijkheid over wat 'investor readiness' is per fase. Deze multi-stage benadering voorkomt ook dat financiering in latere investeringsrondes bemoeilijkt wordt door de inzet van verkeerde financiële instrumenten in een eerdere fase. 'Finance-as-a-Service' of PaaS dus.' Zie voetnoot 127 als bron.

[129] Commissie Regulering van Werk 'In wat voor land willen wij leven?', World Economic Forum's 'Jobs of Tomorrow', PWC's 'De toekomst van werk 2030', McKinsey&Company's 'Skill shift: automatisation and the future of workforce', SER's 'Effecten van technologisering op de arbeidsmarkt' en WRR's 'De robot de baas' en "de toekomst van werk"

[130] HollandHightech (2020) Actieagenda Human Capital

Nieuwe technologie vraagt immers om nieuwe vaardigheden. Het onderwijs heeft grote moeite om aan deze nieuwe veranderende vraag te voldoen.

Het is onrealistisch om te pretenderen met een niet-structureel RD&I-programma de tekorten aan technisch geschoold personeel op te lossen. De tekorten zijn daarvoor te groot en de uitdaging te structureel. In het kader van NXTGEN HIGHTECH is daarom gekeken naar de meest pregnante uitdagingen op skills gebied, om juist deze te adresseren.

De specifiek geadresseerde uitdagingen zijn:

- Het behouden en versterken van de kennis en competenties om op gestructureerde wijze complexe systemen te ontwikkelen: systems engineering. Deze kennis en competentie vormt de gemeenschappelijke basis binnen de verschillende NXTGEN HIGHTECH projectvoorstellen, waar vanuit continu complexer wordende systemen en machines ontwikkeld worden vanuit een integrale benadering en in samenwerking met toeleveranciers in de hele keten. Hoewel de kennis en competenties van belang zijn van Nederland, zijn deze momenteel nergens verankerd. Het is van groot belang deze kennis en competenties vast te leggen en over te dragen aan studenten en professionals.
- Het op grote schaal verstevigen van digitale kennis en vaardigheden van mensen en bedrijven binnen de hele keten. Zonder deze kennis en vaardigheden is het niet mogelijk om een productiviteitsgroei in de maakindustrie te bewerkstellingen, die nodig is om ook in de toekomst competitief te zijn.[131] De beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel is één van de verklaringen voor de afnemende groei in arbeidsproductiviteit.[132]
- Naast de reguliere opleidingen om in talent te voorzien, zijn er meer hybride vormen nodig waarbij partijen (bedrijven en kennisinstellingen) innoveren en tegelijkertijd mensen opleiden.
  In recente jaren zijn hier al de eerste stappen in gezet, met de actieagenda HTSM, de fieldlabs met daaraan verbonden skillslabs, het Katapult initiatief, etc. De opbrengsten uit innovatieprogramma's kunnen daardoor beter indalen in het onderwijs en bij de bedrijven.

Voorgestelde oplossing

De brede problematiek van Human Capital in het Hightech Equipment ecosysteem wordt geadresseerd via verschillende lijnen, onder andere via de roadmap Human Capital voor de topsectoren[133] en die voor HTSM in het bijzonder. Het NXTGEN HIGHTECH programma bouwt voort op deze roadmap door: 1) Versterking van digitale vaardigheden (Smart Capability Booster), 2) Nieuwe leervormen in PPS'en (Katapult) en 3) Versterken van vaardigheden voor Systems Engineering (School of systems engineering).

1) Versterking digitale vaardigheden Smart Industry (Smart Capability Booster)

[131] Smart Industry whitepaper 2020: Flexibeler, Robuuster en Slimmer werken in de post-corona tijd (www.smartindustry.nl)

[132] CBS (2021), De Nederlandse productiviteitspuzzel, Overzicht, enkele uitkomsten en uitdagingen rondom het meten van productiviteit.

[133] Samen aan de slag. Roadmap Human Capital Topsectoren 2020 – 2023 (https://www.topsectoren.nl/publicaties/kamerstukken/2019/november/12-11-19/roadmap-hc-topsectoren)

Het Smart Capability Booster Project voorstel van Smart Industry biedt de mogelijkheid om de opgedane kennis in de Smart Industry verdiepingsprogramma's te vertalen naar opleidingsmodules. Deze modules brengen we samen in een digitale omgeving die eenvoudig te ontsluiten is met andere platformen. Zo zorgen we voor een overzichtelijk, toegankelijk en passend aanbod van skills programma's, gerichte en vrije ontwikkelpaden op verschillende niveaus en van verschillende omvang. Dit aanbod wordt ontwikkeld samen met de Smart Industry Industriële Clusters, fieldlabs en kennisinstellingen. Door op het programma niveau de kwaliteit van de modules te borgen middels een branche brede accreditatie blijven we instaan voor de kwaliteit van de inhoud en voor de waarde voor de professional in het deelnemen aan deze modules. Het is vervolgens ook vrij aan de toepassingsgebieden en verdiepingsprogramma's om deze methodiek, accreditatie en digitale infrastructuur te gebruiken om de daar ontwikkelde kennis (modulair) te ontsluiten om zo gericht op te leiden voor de NXTGEN-equipment.

Voorbeeld inzet 'opschalen PPS' locatie SAM |XL

SAM | XL (Smart Advanced Manufacturing XL) is een onderzoekscentrum voor samenwerking waar technologie wordt ontwikkeld en gedemonstreerd voor geautomatiseerde productie van grote lichtgewicht composietonderdelen voor vliegtuigen, windturbineschoepen, ruimtevaartuigen en maritieme toepassingen.

Workshops, masterclasses en adviesdiensten zorgen ervoor dat vaardigheden en kennis worden overgedragen aan de SAM|XL-deelnemers en bieden het MKB de mogelijkheid om meer algemene productietechnologieën te verbeteren.

SAM | XL is bezig met het opzetten en uitbreiden van automatiseringsapparatuur op industriële schaal die toegankelijk is voor haar partners voor onderzoek, demonstratie en risicovrije technologie voorafgaand aan opschaling. Daarnaast genereert het centrum door middel van relevante projecten kansen voor studenten van de nabijgelegen universiteiten en hogescholen om hun carrière in slimme productie op gang te brengen en het personeel te worden dat onze Future Factories draagt.

Uitvoering

Programmabureau Smart Industry is de uitvoerder van dit onderdeel gezamenlijk met haar partners op gebied van opleiding.

2) Leren, werken en innoveren met 'Opschalen Publiek Private Samenwerking (PPS) in het Beroepsonderwijs' van Katapult

NXTGEN HIGHTECH verbindt zich aan het 'Opschalen PPS in het Beroepsonderwijs' Groeifondsvoorstel van katapult. Dit initiatief zet in op samenwerking tussen onderwijs en bedrijven via publiek private samenwerkingsconstructies, zoals op de fysieke locaties van NXTGEN Hightech. Het doel is om op deze locaties opleidingsplekken te realiseren voor het beroepsonderwijs op basis van door Katapult ontwikkelde succesvolle modellen.

Door ‘Opschalen PPS’ wordt voor een selectie uit het NXTGEN HIGHTECH netwerk van fysieke locaties (zie paragraaf 3.1.3.2) een tweetal concrete acties ondernomen:

1. Het ontwikkelen van concrete skills projecten rondom de diverse locaties, die rechtstreeks leiden tot de beschikbaarheid van talent;
2. Het breder bijdragen van private partijen betrokken in de diverse locaties aan het onderwijs om te werken aan meer instroom en aantrekkelijkheid van opleidingen, juist ook in (voor)opleidingen (vmbo, mbo, havo, vwo, hbo en wo).

Uitvoering

De uitvoering gebeurt in overleg met Groeifondsvoorstel “opschaling van publiek-private samenwerking in het beroepsonderwijs” van Ministerie van EZK en Platform Talent voor Technologie (PTvT).

3) Doorlopende ontwikkellijn Systems engineering

De Nederlandse hightechindustrie kent een groot aantal original equipment manufacturers (OEM’s, eindproducenten) en contract manufacturers (CMs, toeleveranciers) die marktleider zijn in verschillende specifieke (niche)markten, zoals 5.1 2.f , 5.1 2.f etc. De gemene deler tussen én tegelijkertijd uniciteit van deze OEM’s is de kennis en competentie om – samen met de CMs – complexe, multidisciplinaire systemen te ontwikkelen.

Systems Engineering speelt een sleutelrol voor alle toepassingsdomeinen in het NXTGEN-HIGHTECH programma. Bijvoorbeeld bij het ontwerpen en realiseren van nieuwe materialen die beter geschikt zijn voor toepassingen van de toekomst, met name metamaterialen die eigenschappen hebben die af kunnen wijken van nu bekende bulkmaterialen. Denk aan bedrijven als bijvoorbeeld 5.1 2.f en 5.1 2.f

Dit onderdeel realiseert:

- Opleidingen/ onderwijsmodules/ challenge-based-learning opdrachten m.b.t. Systems Engineering op HBO- en WO niveau, ontwikkeld met hogescholen, technische universiteiten én industrie.
- Trainingen, workshops en opleidingstrajecten voor het ontwikkelen van SE personeel (bedrijfsintern & extern bij opleiders)

Uitvoering

Om te kunnen profiteren van elkaars kennis en ervaring, en versnippering tegen te gaan, bundelen alle onderzoeks-, ontwikkelings- en educatieve initiatieven rond SE in Nederland krachten in het Dutch Systems Engineering Education & Application Center. Het Center wordt op managementniveau aangestuurd door vertegenwoordigers uit industrie en kennisinstellingen en biedt een (virtuele) omgeving om kennis en praktijkervaring op te doen en te delen en slaat een brug tussen onderzoek, onderwijs en praktijk. Vanuit een centrale visie (Dutch SE Body of Knowledge) en met een gecoördineerde aanpak (hubs) worden de kennisinstanties – op dit moment met name geconcentreerd rond TNO-ESI en de Technische Universiteiten – en de industrie met elkaar verbonden.

3.1.3.5 Verbinden

Uitdaging

Een belangrijke stap in het NXTGEN HIGHTECH programma is het verbinden van partijen uit de hightech wereld met partijen uit de wereld van de toepassingsdomeinen zoals: Handsfree agrifood, Biomedische productietechnologie, etc. Vertegenwoordigers van deze werelden moeten elkaars taal leren spreken en elkaars werkwijzen gebruiken.

In NXTGEN HIGHTECH doen deelnemers on-the-job ervaring hiermee op in de diverse toepassingsprojecten en verdiepingsprojecten. Maar daarmee zijn deze ervaringen nog niet breder toegankelijk. Er is nog een extra inspanning nodig.

Om uiteindelijk nieuwe waardeketens mogelijk te maken is vaak meer nodig dan alleen een goede technologische vinding. Dat geldt vooral voor technologieën gericht op maatschappelijke uitdagingen. De kern is hierbij om (jonge) bedrijven te helpen met hun positie bouwen in een nieuwe waardeketen. Dat levert verschillende uitdagingen voor de verschillende toepassingsdomeinen. Zaak is dan om verschillende partijen uit de waardeketen met elkaar te verbinden en een gezamenlijke businesspropositie te bouwen.

Voorgestelde oplossing

Voor dit onderdeel worden de volgende activiteiten opgezet:

1. *Leren tussen toepassingsprogramma's en verdiepingsprogramma's*
   Het programmabureau NXTGEN HIGHTECH zet een leerprogramma op om kennismaking, kruisbestuiving en uitwisseling van leerervaringen tussen de verschillende NXTGEN HIGHTECH onderdelen mogelijk te maken.
   Onderdelen van dit leerprogramma zijn:
   a. Learning Communities met circa 5 workshops op specifieke onderdelen (bv gripping in robotica);
   b. Een jaarlijkse conferentie waarin de belangrijkste onderzoeksresultaten gedeeld worden, nieuwe ontwikkelingen worden verkend en geduid en matchmaking sessions worden georganiseerd;
   c. Locatiebezoeken aan de verschillende fysieke locaties uit het NXTGEN HIGHTECH netwerk (mogelijk in combinatie met a).

   Uitvoering
   Programmabureau NXTGEN HIGHTECH

2. *Communicatie en Branding*
   Het neerzetten van NXTGEN HIGHTECH als een gemeenschappelijke ambitie voor NL is de opdracht voor dit onderdeel. Het programmabureau zet hier voor een aantal communicatielijnen op gericht op zowel de interne communicatie binnen de NXTGEN HIIGHTECH deelnemers, als de externe communicatie naar de buitenwereld. Onderdelen hiervan vormen o.a. de bouw en onderhoud van een website, nieuwsbrief en het verzorgen van lezingen en overige publieke optredens.

   Uitvoering
   Programmabureau NXTGEN HIGHTECH

3. *Team waardeketens, om opschaling van technologieën in waardeketens mogelijk te maken.*
De in NXTGEN HIGHTECH ontwikkelde toepassingen landen niet altijd vanzelf in nieuwe waardeketens. Het team waardeketens assisteert NXTGEN HIGHTECH toepassingen door het (werkenderwijs) onderzoeken van de enablers en bottlenecks voor nieuwe businessproposities door met specifieke partners in een waardeketen een case ter hand te nemen. Het team integreert hiervoor concrete methoden, die helpen onderliggende waardesystemen van actoren te onderzoeken, ketens en bijbehorende businessmodellen te ontwerpen, helpen alignment te realiseren en investeringsbeslissingen ondersteunen. Dit heet 'collaborative business modelling' en is een proces van co-creatie waarin partijen streven naar het genereren van collectieve waarde. CBM maakt daarbij ook gebruik van wetenschappelijke inzichten, toegepaste methoden en instrumenten uit de transitiekunde.

Nieuwe technologie voor maatschappelijke uitdagingen kent in het begin vaak geen positieve businesscase. Dat is een grote belemmering voor verdere opschaling. De nieuwe technologie concurreert met 'oude' geoptimaliseerde technologie en komt terecht in een bestaand 'systeem' gericht op de oude technologie. Zo is er in het energiesysteem nog geen uitgekristalliseerd systeem voor vergoedingen voor energieopslag. Dat is een belangrijke bottleneck voor de grootschalige toepassing van electrolysers en de opslag van energie in batterijen.

Uitvoering
Programmabureau NXTGEN HIGHTECH

4. *Verbinding Smart Industry aan toepassingsprogramma's*

Een onderdeel van het Smart Capability Booster project van Smart Industry bestaat uit het instellen van een aantal gerichte liaison 'officers'. Deze worden ingezet om de verschillende toepassingsgebieden te voorzien van kennis en kunde vanuit het Smart Industry verdiepingsprogramma.
De liaison van het werkpakket Capabilities of the Future Factory (Smart Industry) toetst en adviseert of NXTGEN HIGHTECH toepassingsprojecten in hun aanpak en ontwikkeling voldoende rekening houden met produceerbaarheid op het Smart Industry niveau van digitalisering en productiviteit. Dit advies wordt vervolgens bij stage-gate beslissingen over voortgang van de projecten in overweging genomen.

Uitvoering

De uitvoering van deze verbindingsactiviteiten ligt bij het domein Smart Industry in samenwerking met de Regionale Ontwikkelings Maatschappijen (ROM's)

3.1.3.6 Internationalisering

Internationalisering van de NXTGEN HIGHTECH bedrijven vergt dat agenda's nationaal en internationaal worden afgestemd, programma's samenwerken waar mogelijk, en kansen voor aansluiting bij de internationale waardeketens worden vergroot. Dit wordt hieronder toegelicht.

Uitdaging, voorgestelde oplossing: agenda's afstemmen

Het is van belang dat de Europese Strategische Research and Innovation Agenda's (SRIA's) en Werkprogramma's (WP's) van Horizon Europe open staan voor NXTGEN HIGHTECH onderwerpen. Die zijn in grote lijnen vastgelegd voor 2021-2027 en worden voortdurend uitgewerkt en afgestemd op nieuwe inzichten. NXTGEN HIGHTECH zal hiertoe contact houden met de Nederlandse afgevaardigden (veelal uit EZK, de onderdelen DGB&I en RVO) en vertegenwoordigers van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen in de Europese gremia. Zij kunnen ideeën inbrengen om programma's te richten op onderwerpen die relevant zijn voor NXTGEN HIGHTECH. In de praktijk is dat een kwestie van vroeg invloed uitoefenen op de Europese Commissie en de partnerships om de concept SRIA's en WP's de goede kant op te sturen. Dat kan door bijvoorbeeld gesprekken met de Europese Commissie maar ook met collega's uit andere lidstaten. NXTGEN HIGHTECH zal de deelnemers aanmoedigen mee te denken met de Horizon agenda's (via de nationale klankbordgroepen voor elk Horizon onderdeel) en in te dienen op de calls, in samenwerking met RVO-IRIS dat Nederlandse deelnemers op vele manieren ondersteunt. Veel deelnemers in Nederland zoals universiteiten, TO2 en bedrijven, hebben grants offices of liaison offices die de weg naar Europese programma's goed kennen. NXTGEN HIGHTECH zal met hen in nauw contact blijven, niet alleen om kansen te herkennen, maar ook om ketenpartners in binnen- en buitenland te vinden met wie samen een voorstel kan worden ontwikkeld. NXTGEN HIGHTECH biedt een programmatische invalshoek die de losse Europese projecten goed aanvult.

Uitdaging, voorgestelde oplossing: Internationale synergie versterken

Internationale activiteiten voor onderzoek en innovatie van EUREKA en het EU-partnership Key Digital Technologies (KDT) komen dicht bij de NXTGEN HIGHTECH agenda. De uitdaging is, die dicht bij elkaar te brengen en elkaar te laten versterken. NXTGEN HIGHTECH zal daartoe bezien of sommige toepassingsprojecten, vooral in het Semiconductor Equipment domein, ook zouden passen in hun calls. De Groeifonds bijdrage kan desgewenst het Nederlandse budget voor die calls ophogen, te gebruiken voor de Nederlandse deelnemers aan die projecten. De voordelen zijn een goede Europese aansluiting plus een verdubbeling van de subsidie door de Europese Commissie uit Horizon Europe. Dat laatste is een aanmoediging voor de internationale samenwerking en maakt het mogelijk meer projecten in de call te steunen. Er zitten echter ook andere kanten aan die route: de call en beoordeling duurt ruwweg een half jaar langer, het consortium moet partners toevoegen uit minstens twee andere landen. Deze variant zal de komende jaren worden bezien met de betrokken deelnemers. De financiële gevolgen (inzet van het Groeifonds subsidiebudget voor de projecten via die internationale calls en resulterende even grote bijdragen van de EU) zullen dan verwerkt worden.

Uitdaging, voorgestelde oplossing: waardeketens opbouwen

NXTGEN HIGHTECH bedrijven werken aan een sterke positie in internationale waardeketens. Die ketens zijn veelal in beweging, soms in aanbouw, en als ze al bestaan vaak moeilijk te analyseren en te benaderen, zeker voor jonge start- en scale-ups. Die bedrijven kunnen hulp gebruiken om ketens en spelers in beeld te brengen en potentiële partners te vinden. NXTGEN HIGHTECH reserveert daartoe € 1 mln., te besteden aan verkenningen van die ketens en markten, steeds in samenwerking met die NXTGEN HIGHTECH bedrijven. Als die kansen duidelijk worden is het een uitdaging om toegang tot die ketens te krijgen, dan wel met nieuwe partners nieuwe ketens op te zetten. Er lopen twee overheidsprogramma's die bedrijven daarbij helpen: PIB (Partners for International Business) en SMM/BIS (strategische marktbewerking/bilaterale innovatiesamenwerking). De uitdaging is, die goed te benutten voor NXTGEN HIGHTECH deelnemers. NXTGEN HIGHTECH reserveert daartoe € 1 mln. voor een extra impuls aan PIBs, te besteden via RVO aan combinaties van domeinen en doellanden.

Uitvoering

Binnen het programmabureau brengt een internationaliseringsmanager het netwerk van NXTGEN HIGHTECH internationale activiteiten en spelers bijeen, om vroeg kansen te zien om bijvoorbeeld Europese agenda's te beïnvloedden, waardeketens te laten verkennen, en extra PIBs te starten.

3.1.4 Fasering en planning

NXTGEN HIGHTECH kent twee fasen:

- Fase 1: 4 jaar, mid-2022-mid 2026[134]
  - Door consortia uitgewerkt projectplannen met werkpakketten. Deze kunnen vrijwel direct van start, zodra EZK en de stichting NXTGEN HIGHTECH over de budgetten beschikken;
  - Met toezegging van private financiering;
  - Fase 1 omvat ongeveer 75% van de totale omvang van het programma.

- Fase 2: 3 jaar, mid-2026-mid 2029
  - Beoogde start vanaf mid-2026 of zoveel eerder als aan randvoorwaarden (o.a. uitgewerkt projectplan, toezegging private financiering) is voldaan;
  - Fase 2 omvat ongeveer 25% van de totale omvang van het programma. Een deel van de projecten heeft ook al voor fase 2 projectplannen ontwikkeld. Daarvan lopen de budgetreeksen na mid-2026 door.

Aan het eind van fase 1, eind 2025 – begin 2026, worden de projecten beoordeeld (go/no-go-moment). Het bestuur zal daarvoor een procedure opstellen. Projecten die:

- voortgang conform de planning (KPI's) boeken,
- onverminderd relevant zijn, en
- een goed perspectief hebben voor het bereiken van de sterke positie in een waardeketen,

kunnen doorgaan naar fase 2. Dat is ook een moment om de deelnemerskring zo nodig aan te passen en mogelijke nieuwkomers toe te laten.

Als een project in fase 1 onvoldoende scoort op voortgang, relevantie en perspectief, kan het bestuur besluiten tot afsluiting van het project. De kaders en afspraken zoals zijn opgesteld voor het Nationaal Groeifonds zullen worden nageleefd indien dit het geval is.[135]

In de aanloop naar fase 2 zal het bestuur en programmabureau een herijking van het programma voorzien. Op basis van de geboekte voortgang, roadmaps en andere actuele ontwikkelingen zal het bestuur fase 2 van het programma herindienen. Deze herindiening kan voor een groot deel overeenkomen het de huidige geplande fase 2, maar ook bestaan uit nieuwe toepassingsdomeinen, sleuteltechnologieën etc.

---

[134] Het voorstel kan meteen van start, maar dient de kaders van het NGF en EZK te volgen. Dit betekent dat pas na positief advies beoordelingscommissie NGF en autorisatie van het Parlement, EZK over de middelen kan beschikken en middelen via juridisch en financieel kloppende wijzen kan wegzetten.

[135] Dit is vastgelegd in het zogenoemde 'afsprakenstelsel'(de projectspecifieke en projectoverstijgende afspraken).

3.1.5 Monitoring en evaluatie

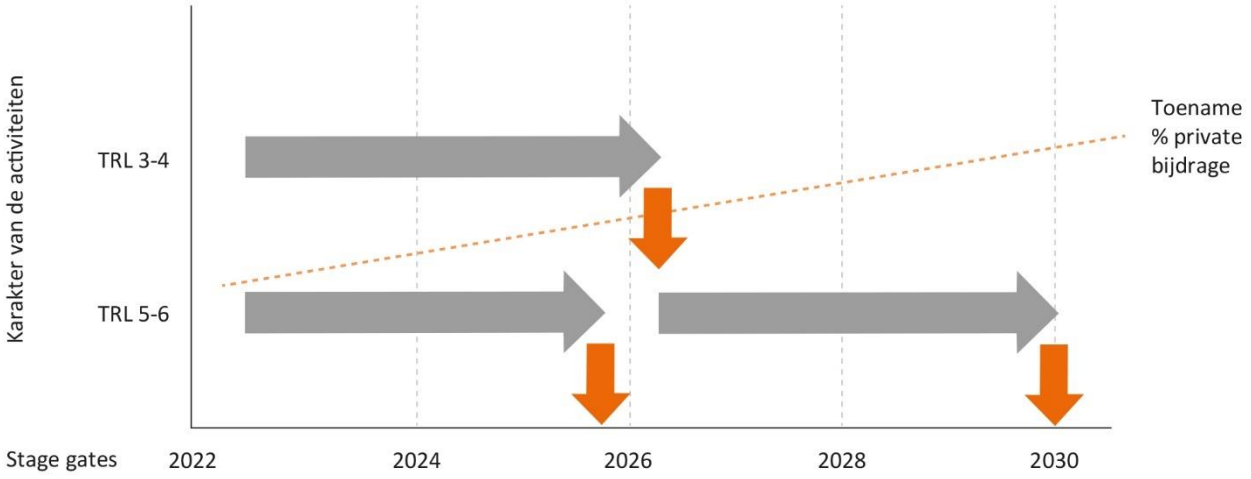
De kracht van NXTGEN HIGHTECH is een brede portfolio aan door bedrijven en kennisinstellingen in de domeinen ingebrachte innovatieprojecten. Projecten waaraan bedrijven zich direct aan gecommitteerd hebben met private investeringen. Niet alle projecten zullen echter even succesvol zijn in hun uitvoering, daarom is het van groot belang te monitoren en tijdig bij te sturen. NXTGEN Hightech doet dit met behulp van een funnel.

Goed funnel beheer vraagt om een stage gate model met een heldere monitoringsaanpak. Monitoring op basis van concrete Key performance indicators (KPI's) (waarvan sommige een stage-gate zijn) maakt het mogelijk om de status van het programma en de onderliggende domeinen te meten, om waar nodig bij te sturen en om concrete keuzes te maken voor vervolg of afsluiting van projecten binnen een domein.

Timing

De monitoring op basis van KPI's vindt elke 2 jaar plaats (zie Figuur 14); in 2024, eind 2025 voor de stage gate in 2026 en in 2028. In 2030 wordt de impact vastgesteld. 2026 is het moment waarop besloten wordt (op basis van de KPI monitoring van de voorgaande jaren) of projecten door kunnen naar de volgende fase. Als partijen uitvallen/afspraken niet nakomen, als projecten geen output opleveren o.b.v. demo's, pilots etc. dan kunnen projecten worden gestopt.

Daarnaast vindt er een jaarlijkse financiële voortgangsrapportage plaats.



Figuur 14 Funnel NXTGEN HIGHTECH

Uitvoering

Het programmabureau is verantwoordelijk voor de monitoring en kan de uitvoering delegeren aan partijen zoals bijvoorbeeld McKinsey, RvO, TNO etc., of een samenstelling daarvan (voor meer details over de governance zie 3.2.1). Op basis van de monitoringsresultaten beslist het bestuur in 2026 over voortzetting dan wel aanpassing van de projecten.

KPI's

Key performance indicators (KPI's) verwijzen naar een reeks kwantificeerbare metingen die wordt gebruikt om de algehele lange termijn prestaties van de domeinen te meten en de voortgang te beoordelen. KPI's helpen specifiek bij het bepalen van de strategische, financiële en operationele prestaties van de domeinen, vooral in vergelijking met die van andere in hetzelfde programma. KPI's kunnen eventueel aangevuld worden door een aantal kwalitatieve variabelen.

De volgende overwegingen zijn van belang:

- **Data verzameling;** De gegevens worden verzameld per project om inzicht te kunnen krijgen in de bijdrage van de projecten aan het NXTGEN HIGHTECH programma. Ze kunnen later eventueel opgeteld worden per domein.
- **Data labelen;** Belangrijk aandachtspunt is dat de verzamelde data goed gelabeld moeten worden om de koppeling te kunnen maken naar de diverse domeinen en sleuteltechnologieën. Dat betekent dat per project duidelijk moet zijn aan welk thema/domein/sleuteltechnologie het bijdraagt.
- **Definities;** Voor het verzamelen van gegevens is het voor de vergelijkbaarheid van de indicatoren onderling belangrijk om te definiëren wat er precies gemeten wordt. Een precieze definitie van de gevraagde data en indicatoren zal worden opgesteld zodra NXTGEN HIGHTECH is toegekend en geïmplementeerd wordt.

Voor de monitoring en evaluatie van de projecten binnen het NXTGEN HIGHTECH programma zijn Key Performance Indicators (KPI's) opgesteld. Die verwijzen naar een reeks variabelen om de voortgang te meten en om de ontwikkeling en impact van de ecosysteem activiteiten vast te stellen. De variabelen zijn kwantificeerbaar waar mogelijk, ook zijn er enkele kwalitatieve variabelen ingevoegd.

Om de voortgang goed te kunnen meten moet aan de start van het project de relevante data goed worden vastgelegd (verzamelen, labelen en definiëren). Een groot aantal van deze KPI's komen terug in de Theory of Change (ToC).

Input (wordt vastgesteld in 2022 en krijgt waar nodig in de daaropvolgende jaren een update)

- **Projectnaam en code:** Elk project heeft een unieke naam en code waar de overige data aan gekoppeld wordt.
- **NGF financiering**: in euro's.
- **Private cofinanciering**: in euro's.
- **Overige Financieringsbronnen:** in euro's.
- **Maatwerk committering**: in euro's.
- **Financiering via NWO:** in Euro's
- **Groeifonds financiering via de Stichting NXTGEN HIGHTECH**: in euro's.
- **Identificatie van de partners:** De namen van de partners worden op gestandaardiseerde wijze ingevoerd om de analyseerbaarheid te bevorderen.
- **Domein:** Heeft betrekking op 1 van de zes NXTGEN HIGHTECH toepassingsdomeinen.
- **Type betrokken sleuteltechnologieën:** Heeft betrekking op 1 of meer systeem- en sleuteltechnologieën.
- **TRL-levels:** Van de technologieën, die ontwikkeld worden.

Activiteiten (wordt vastgesteld in 2022 en krijgt waar nodig in de daaropvolgende jaren een update)

- **R&D in Toepassingsprojecten:** Elk project heeft een unieke naam en code waar de overige data aan gekoppeld wordt.
- **R&D in Verdiepingsprojecten:** Elk project heeft een unieke naam en code waar de overige data aan gekoppeld wordt.
- **Open call:** Aantal projecten ingediend in de open call.
- **Locaties:**
    - Namen van de locaties die ingericht worden tot NXTGEN HICHTECH locatie.
    - Namen van in gebruik genomen locaties.
    - Aantal gebruikers per locatie.
- **Skills projecten NXTGEN HIGHTECH:** Elk project heeft een unieke naam en code waar de overige data aan gekoppeld wordt.
- **Investeerders forum:** Aantal deelnemers en aantal bijeenkomsten.
- **Verbindingsactiviteiten:** Aantal activiteiten.
- **Internationaliseringsactiviteiten:** Aantal activiteiten.

Output (wordt gemeten in 2024, 2026, 2028)

- **Consortium agreement van kracht:** ja/nee
- **6 Roadmaps gerealiseerd:** per roadmap: zijn de onderliggende activiteiten uitgevoerd Ja/nee
- **(Pilot) hightech equipment (TRL 4-7)**: Pilots gerealiseerd in absolute aantallen
- TRL niveau van de pilots: TRL 4-7
- **Onderzoeksresultaten**: kwalitatieve omschrijving van de behaalde milestones
- TRL van de onderzoeksresultaten: TRL 1-3
- **Werkgelegenheid in projecten**: aantal werkzame FTE in projecten.
- **Deelname aan skills programma's**: aantal deelnemers per talent programma.
- **Sturing:** Benoemen van nieuwe R&D activiteiten die gestoeld zijn op de NXTGEN HICHTECH roadmaps.
- **Venture Capital voor opschaling**: in absolute euro's voor opschaling, indien niet van toepassing is het antwoord 0 Euro.
- **Deelname bedrijven aan verbindingsactiviteiten:** wordt gemeten op basis van bedrijfsnamen zodat er een kwalitatieve registratie is en dit ook vertaald kan worden naar aantallen bedrijven.
- **Aansluiting in waardeketens:** benoemen van nieuwe business partners waar samenwerking mee is aangegaan.

(Intermediate) outcome (wordt gemeten in 2024, 2026 & 2028)

- **Aantal aangevraagde octrooien/patenten (indien van toepassing):** in absoluut aantal
- **Aantal publicaties (indien van toepassing):** in absoluut aantal.
- **Gegenereerd IP:** Korte kwalitatieve omschrijving van het desbetreffende IP.
- **Aantal pilots gerealiseerd (indien van toepassing):** in absoluut aantal.
    - **TRL niveau van de pilots:** TRL level benoemen.
- **Onderzoeksresultaten:** kwalitatieve beschrijving van de gerealiseerde milestones per project.
- **Aantal ontwikkelde prototypes (indien van toepassing):** in absoluut aantal.
- **Aantal ontwikkelde demonstrators (indien van toepassing):** in absoluut aantal.

- **Aantal start-ups (indien van toepassing):** in absoluut aantal.
- **Aantal control points in de waardeketen verworven**: in absoluut aantal met een toelichting.
- **Aantal OEM posities (indien van toepassing):** in absoluut aantal met een toelichting.
- **Vervolg R&D door bedrijven (TRL 4-7)**: welke nieuwe initiatieven bouwen voort op R&D in NXTGEN HIGHTECH?
- **Gekwalificeerd technisch personeel MBO-HBO-WO:** toename in absolute aantallen vaststellen.
- **Beter benutten kennis en netwerk:** meten op basis van projectvoorstellen en presentaties voor kennisdeling.
- **Nieuwe bedrijvigheid**: nieuwe bedrijven betrokken in absoluut aantal. Daarbij specificeren of het om spin-offs, partners of gebruikers gaat.

Ecosysteem variabelen

- **Visie: Lange termijn blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie:** aantal gemeenschappelijke raodmaps.
- **Locaties: Investeringen in onderzoeks- en testfaciliteiten:** Projecten geland op fysieke locaties.
- **Kapitaal: Investeerders in ecosysteem mobiliseren:** totaal dealflow in miljoenen Euro's bij NG-HT betrokken projecten.
- **Skills: Aantrekken en opleiden van personeel voor het HTE ecosysteem:** totaal aantal deelnemers aan skills programma's.
- **Verbindingen: Verbindingen tussen ecosystemen leggen:** totaal aantal deelnemers aan verbindingsactiviteiten.
- **Internationalisering: Sterke internationale verankering NXTGEN HIGHTECH:** totaal aantal PIBs gelanceerd.

Impact (2030)

- **Coherent internationaal toonaangevend NXTGEN HICHTECH ecosysteem:** het aantal en de typen partners in het ecosysteem wordt vergeleken met andere toonaangevende ecosystemen.
- **Hogere arbeidsproductiviteit:** toename in de omzet per werknemer in een bepaalde periode in het NXTGEN HIGHTECH domein.
- **Bijdrage aan duurzaam verdienvermogen:** groei in BBP dankzij NXTGEN HIGHTECH activiteiten.
- **Oplossing voor maatschappelijke uitdagingen:** oplossingen voor een maatschappelijke uitdaging zoals duurzaamheid (incl. klimaatneutraliteit, circulariteit), gezondheid en veiligheid.

Indicatoren die op programmaniveau gemeten worden:

- **Synergie tussen roadmaps** (indien van toepassing): kort vermelden waar de synergie uit blijkt en om welke het gaat.
- **Aantal nieuw aangetrokken onderzoekers en innovatoren betrokken in NXTGEN HIGHTECH:** In absoluut aantal, bv aantal buitenlandse PhD's.

Een inschatting van de te verwachten KPI resultaten verspreid over de jaren 2024-2030 staat in Tabel 29. Dit zijn cumulatieve cijfers van alle domeinen samen. In de periode richting subsidieaanvraag zal door de huidige programmawerkgroep met de individuele projecten worden afgestemd over KPI's op projectniveau. De nadere uitwerking van deze cijfers voor de individuele domeinen en projecten zal ter toetsing worden voorgelegd aan de subsidieverstrekker (EZK) en de beoordelingsadviescommissie.

Tevens zijn er enkele kwalitatieve KPI's benoemd zoals de start van de projecten en de landing van de projecten op de locaties.

De inschatting in Tabel 29 is opgebouwd op basis van een bottom-up uitvraag onder de domeintrekkers en checks op basis van de huidige wetenschappelijke output en patenten (aan de hand van de European Patent Office (EPO)) voor de betrokken domeinen in Nederland. De onderbouwing van de KPI's die gericht zijn op het ecosysteem zijn toegelicht in de voetnoten van Tabel 29.

Tabel 29 Cumulatieve verwachting KPI's

Jaartal	2024	Eind 2025 (fase 1)	2026	2028	2030
Gestarte projecten	Alle				
Aantal publicaties	-	350	650	1350	1600
Aantal aangevraagde octrooien	-	5	20	90	200
Aantal ontwikkelde prototypes			24	30	36
Aantal ontwikkelde demonstrators			12	30	48
Aantal spin-offs			6	12	12
Toepassingsprojecten		Fase 1 van alle toepassingsprojecten afgerond middels een stage gate model			Fase 2 van alle
Versterken ecosysteem; borgen van blijvende structuurverandering					
Visie: Lange termijn blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie		6 Gemeenschappelijke roadmaps[136]			6 Gemeenschappelijke roadmaps[137]
Locaties: Investeringen in onderzoeks- en testfaciliteiten		Projecten geland op fysieke locaties[138]			Projecten geland op fysieke locaties + 2 nieuwe locaties gerealiseerd[139]

[136] Er zijn 6 roadmaps gemaakt in totaal.
[137] Ibid
[138] Veel locaties (op 2 na zijn al aanwezig), van belang is dat de projecten hier goed landen.
[139] Het Lasersatcom centrum + BPT centrum worden gerealiseerd, de voorafgaande jaren zijn benodigd om de centra op te bouwen.

Jaartal	2024	Eind 2025 (fase 1)	2026	2028	2030
Kapitaal: Investeerders in ecosysteem mobiliseren		Totaal 10 miljoen dealflow[140] aan bij NG-HT betrokken bedrijven			100 Miljoen dealflow[141] aan bij NG-HT betrokken projecten
Skills: Aantrekken en opleiden van personeel voor het HTE ecosysteem.		10.000 deelnemers[142] aan Skills programma's			30.000 deelnemers[143] aan Skills programma's
Verbindingen: Verbindingen tussen ecosystemen leggen		1200 deelnemers[144] aan verbindingsactiviteiten			3600 deelnemers[145] aan verbindingsactiviteiten
Internationalisering: Sterke internationale verankering NXTGEN HIGHTECH		3-6 PIBs[146] gelanceerd			3-6 PIBs gelanceerd[147]

Internationaal adviespanel helpt monitoren

NXTGEN HIGHTECH is georiënteerd op de wereldmarkt en de partners zijn internationaal actief. NXTGEN HIGHTECH verwelkomt dan ook de blik van internationale experts op het programma. Dat krijgt vorm door een adviespanel dat eenmaal per twee jaar uitgenodigd wordt het programma te beoordelen op drie aspecten: voortgang (aan de hand van ook monitorinformatie), relevantie (zijn de thema's nog steeds actueel) en perspectief op impact (zijn de beoogde control points in waardeketens kansrijk). Dit kan per domein en sleuteltechnologie en tevens voor het geheel.

Hiervoor zal NXTGEN HIGHTECH een plan uitwerken, inclusief de vraagstelling, de voorbereidende nodige informatie en het profiel van de experts. Deze experts moeten enerzijds de sleuteltechnologieën en domeinen goed kennen, maar anderzijds geen belangen hebben die een onbevangen oordeel, en

---

[140] De dealflow betreft een inschatting op basis van de werkgroep betrokken in dit voorstel en InvestNL, rekening houdend met het idee dat je voor pre-seed, seed en early growth tickets tussen de 50k en 15 mil hebt, en voor growth en late growth tot 100 mil. Echter, de exacte samenstelling van het investeringstafel nog n.t.b. Een exact uitgewerkte KPI hiervoor zal nog aan de Beoordelingsadviescommissie voorgelegd worden. De omvang van de tickets is gebaseerd op KPMG, WEF: Bridging the Gap in European Scale-up Funding: The Green Imperative in an Unprecedented Time. June 2020.

[141] Ibid

[142] Inschatting op basis van verwachte aantallen SI, SE en Katapult.

[143] Ibid

[144] Het aantal deelnemers is gebaseerd op een bottom-up inschatting o.b.v. 1 congres à 500 deelnemers/jaar 1 en 5 workshops*20 deelnemers/jaar. Echter, niet in jaar 1 vanwege het opstarten van het programmabureau.

[145] Ibid

[146] PIB's zijn kwantitatief te meten, maar het aantal deelnemers is lastig in te schatten op dit moment. De verwachting is 3-6 PIB's per jaar o.b.v. extra budget dat we hiervoor aanvragen. Is 9-18 in eerste jaren, 21-42 voor totaal.

[147] Ibid

open informatieverstrekking, in de weg zouden staan. De bestaande netwerken in vooral Europa van de NXTGEN HIGHTECH partners kunnen dergelijke experts helpen vinden. Te denken is aan een eerste panel in 2024, twee jaar na de start, en een klein panel met minder dan tien leden.

Strategisch onderzoeksprogramma ecosystemen

Tevens is er budget gereserveerd voor het programmabureau om onderzoek te doen naar de ontwikkeling van het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem en hierop acties te vormen binnen het NXTGEN HIGHTECH programma. Doel van dit onderzoeksprogramma is om handvatten te bieden die het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem optimaal laten functioneren en om bij te sturen waar nodig, om zo tot een internationaal toonaangevend onderzoek en innovatie ecosysteem te komen. De opgedane kennis wordt ook breder gedeeld om zo ook andere ecosystemen en voorstellen van het Nationaal Groeifonds verder te helpen. Om dit doel te bereiken wordt een tweeledige aanpak voorgesteld:

1. Om op basis van **actie-onderzoek**[148] (gefundeerd op literatuur) tools, methodieken en best practices te ontwikkelen. Daarbij wordt ook de dialoog gezocht met de relevante experts in het brede NXTGEN HIGHTECH netwerk zoals Brainport Development, Rathenau e.a.

2. Deze tools, methodieken en best practices inzetten om het functioneren van het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem te **analyseren, en strategieën te creëren voor het opbouwen en tijdig bijsturen van dit ecosysteem.**

Met dit programma kan antwoord gegeven worden op vragen als:

1. Visie- en strategieontwikkeling: Hoe kunnen we de impact van opkomende technologieën, innovaties en transities op het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem en de betrokken waardeketens inschatten en borgen in strategieën op verschillende schaalniveaus (micro, macro, meso)?
2. Lerende monitoring: Hoe kunnen de deelnemers van het NXTGEN HIGHTECH programma (zelf) het functioneren van het ecosysteem en de impact van dit ecosysteem op economie en maatschappij monitoren en verbeteren zowel qua structuur als dynamiek?
3. Innovatieproces: Hoe kunnen we innovatie en opschaling in het ecosysteem versnellen, o.a. door publiek-private samenwerking?
4. Internationale waardeketens: Hoe kunnen we kansen en risico's voor het Nederlandse NXTGEN HIGHTECH ecosysteem in internationale waardeketens identificeren en daarop acteren?

Budget: 1 miljoen gedurende de looptijd van het programma.

3.1.6 Deelnemende partijen

Hieronder de namen van 342 unieke partijen die in oktober 2021 in totaal 554 letters of commitment hebben aangeleverd: 189 mkb-bedrijven, waaronder 75 start-ups en scale-ups, 130 grote bedrijven en 23 kennisinstellingen.

---

[148] Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. Journal of social issues, 2(4), 34-46.

5.1 2.f

[redacted]

Tabel 30 Overzicht van het aantal letters of intent

Activiteit/project	Aantal LOIs	Private bijdrage (EUR)
Agrifood	**64**	5.1.2f
Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw	39	
Agrifood 02: Innovatiepakket 2 Handsfree Glastuinbouw	19	
Agrifood 03: Innovatiepakket 3 Handsfree Voedselverwerking	6	
Biomed	**134**	
Biomed 01: One-Stop-Shop	57	
Biomed 02: Lab-on-Chip	17	
Biomed 03: Organ-on-Chip	29	
Biomed 04: Artificial Organs	16	
Biomed 05: NXTGEN Celproductietechnologie	15	
Composiet	**36**	
Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart	8	
Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility	17	
Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing	11	
Energie	**63**	
Energie 01: 3D battery pilot line production	11	
Energie 02: Next-gen equipment voor batterijen en batterijmaterialen	9	
Energie 03: Plasma omzetting methaan	14	
Energie 07: PHOENIX-Alkalina	6	
Energie 08: Derde-generatie electrolyser	15	
Energie 10: Massa productie van ZEF micro-plants voor betaalbare solar fuel	8	
Laser Satcom	**63**	
Laser Satcom 01: project 01000 Sat - Sat	8	
Laser Satcom 02: project 02000 Grond - Grond	2	
Laser Satcom 03: project 03000 Satelliet - Grond QKD	8	5.1.2f
Laser Satcom 04: project 04000 Verre ruimte / HPE	3	

Activiteit/project	Aantal LOIs	Private bijdrage (EUR)
Laser Satcom 05: project 05000 Smallsat - Grond DTE	3	5.1.2f
Laser Satcom 06: project 06000 Grond - Satelliet Feederlink	8	
Laser Satcom 07: project 07000 Vliegtuig / Schip - Satelliet	10	
Laser Satcom 10: project 10000 Innovatie centrum	8	
Laser Satcom 11: project 11000 Technologie ontwikkeling	13	
Semicon	**81**	
Semicon 01: Process optimization for high TRL & high MRL PLD	4	
Semicon 02: Next Generation High Tech System architectures	19	
Semicon 03: NXTGEN Chip Assembly Equipment	5	
Semicon 04: (Nano) Metrologie Systemen	6	
Semicon 05: Technologie-programma 'Deposition and Printing for Heterogeneous assembly'	6	
Semicon 06: Kulicke & Soffa Odin	6	
Semicon 07: NXTGEN Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment	6	
Semicon 08: Metrologie Equipment voor Kritisch Opschalen van Pic Productie	12	
Semicon 09: Assembly & Packaging Equipment voor high volume PIC Productie	17	
Smart Industry	**97**	
Smart Industry 01: NXT GEN Autonomous Factory	61	
Smart Industry 02: NXT GEN Enabling Technologies for Smart Networks	35	
Smart Industry 02: NXT GEN Smart Enabling Technologies	1	
System Engineering	**16**	
System Engineering 01: Comprehensive Systems Engineering Education	16	
Totaal	**554**	

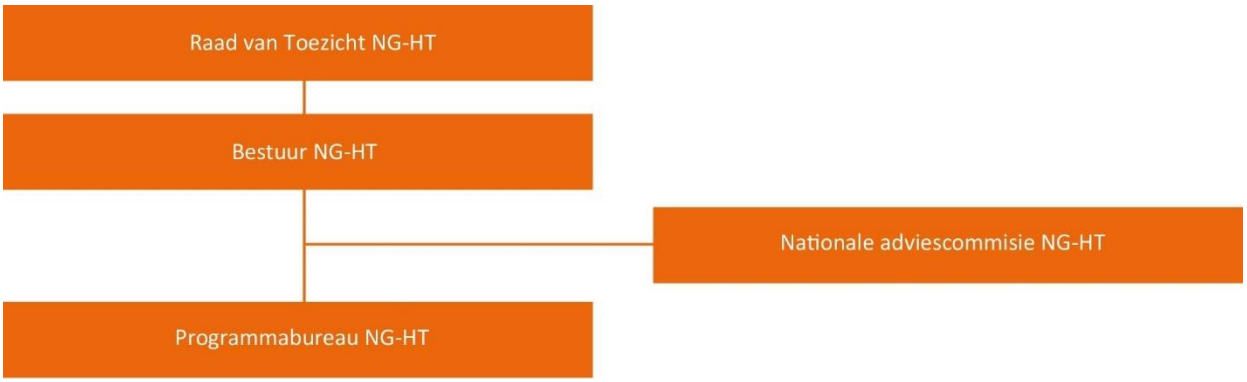
3.2 Samenwerking en governance

3.2.1 Governance en organisatie

Het NXTGEN HIGHTECH programma is groot en vergt een duidelijke governance en organisatie. Uitgangspunten zijn:

- Balans houden tussen enerzijds slagvaardig en krachtig sturen op de input en output parameters van het programma en anderzijds ruimte bieden voor nieuwe spelers, nieuwe kennis en nieuwe innovatieopgaven.
- Heldere eigen verantwoordelijkheden voor elk van de organen (bestuur, toezicht, advies, uitvoering).
- Geen verstrengeling van zakelijke en persoonlijke belangen bij de mensen die in deze organen werken.
- Uitvoering conform de Groeifondsaanvraag, met voortgangsindicatoren en tussentijdse 'gates'. Het bestuur beslist over voortzetting dan wel aanpassing van projecten binnen NXTGEN HIGHTECH.
- Transparante procedures over toekenning van middelen en rapportages.
- Optimale benutting van de bestaande infrastructuren en gremia. Bijvoorbeeld in relatie met TKI HTSM wordt gestreefd naar personele uni's in het bestuur. TKI HTSM heeft bij de PPS toeslagregeling expertise opgebouwd in programmamanagement, subsidietoekenning en verantwoording alsmede ervaring met een internationaliseringsagenda. NXTGEN HIGHTECH kan daarvan profiteren. Bovendien zal het programmabureau Smart Industry optreden als domeinconsortium. Bij de financiële stromen zal er gebruik gemaakt worden van RVO en NWO.

Het NXTGEN HIGHTECH programma wordt aangestuurd door een stichting. Dit kent een bestuur, een Raad van Toezicht en een nationale adviescommissie. Een programmabureau is verantwoordelijk voor de uitvoering van het programma. De stichting is voor EZK de penvoerder van het grootste deel van het programma.[149]



Figuur 15 Organisatiestructuur NXTGEN HIGHTECH: governance

- **Bestuur**: bestaande uit het TKI HTSM boegbeeld en een afgevaardigde van TNO, TU's, het grootbedrijf, het MKB en de ROM's. Het bestuur verzorgt de rechtshandelingen van NXTGEN HIGHTECH zoals het aanvragen van subsidie en het beslissen over de besteding, binnen de voorwaarden van de subsidie die EZK hen toekent.

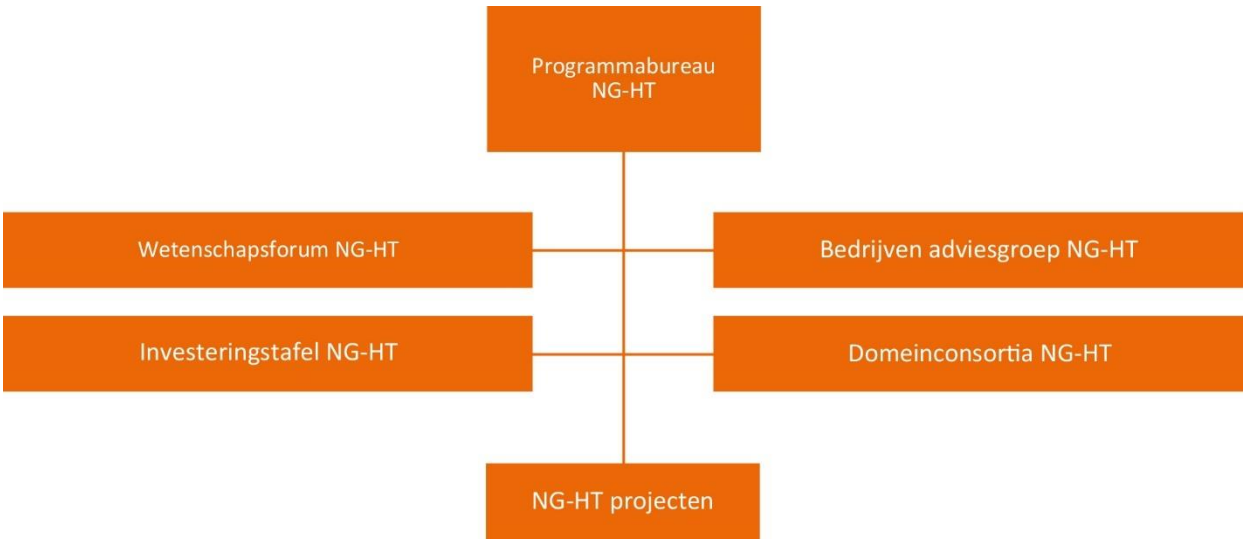
[149] De subsidie aan 36 projecten zal lopen via de stichting. Daarnaast zijn subsidies die via NWO en ESA gaan lopen.

- **Raad van Toezicht**: bestaande uit ervaren bestuurders uit bedrijfsleven, de academie en overheid. De RvT komt eenmaal per kwartaal bijeen en houdt toezicht op het bestuur. De benoeming van leden, bevoegdheden en taken worden nog uitgewerkt.
- **Nationale adviescommissie**: brede vertegenwoordiging uit bedrijfsleven, kennisinstellingen, regionale en nationale overheden, intermediairs waaronder de topsectoren en thematеams. Hiermee wordt bestuurlijke betrokkenheid geborgd en daarmee de verankering met de beleidspraktijk. Het bestuur/programmabureau rapporteert jaarlijks aan deze commissie over de voortgang van het gehele programma. Deze commissie kan het bestuur gevraagd en ongevraagd advies geven.
- **Programmabureau**: verantwoordelijk voor de ondersteuning van het bestuur en de uitvoering van het programma. TKI HTSM kan het programmabureau organiseren en bemensen, in opdracht van het NXTGEN HIGHTECH bestuur. De bemensing kan detachering uit betrokken organisaties betreffen. Het programmabureau faciliteert bij het committeren en uitvoeren van de NXTGEN HIGHTECH projecten zoals in de Groeifonds aanvraag opgenomen.

EZK is de indiener van het NXTGEN HIGHTECH voorstel en eindverantwoordelijk voor het gehele voorstel en middelenstroom in samenwerking met de deelnemende en uitvoerende partijen waaronder de stichting. De middelenstroom zal gaan volgens de juridische en financiële kaders die EZK heeft en hier zal gedurende het gehele programma op worden toegezien door de juridische en financiële dienst.

Er zijn enkele overleg- en adviesgroepen voorzien. Voor elk domein is er een domeinconsortium dat de penvoerders van de projecten bijeen brengt en dat de samenhang tussen de projecten versterkt, de voortgang overziet en gezamenlijke uitdagingen agendeert. Daar kunnen partijen die nauw bij een domein betrokken zijn bij uitgenodigd worden, zoals een vakministerie. Elk consortium kiest de eigen trekker. Deze trekkers komen periodiek bijeen (en vormen samen het domeinconsortium) om gezamenlijke aspecten te bespreken en kunnen het bureau adviseren. Drie andere groepen versterken de inbedding van NXTGEN HIGHTECH in resp. de wetenschap, het bedrijfsleven en de investeringswereld. Elk van deze vier groepen wordt voorgezeten door een lid van het bestuur.

Tenslotte is een internationaal advies panel voorzien dat periodiek om een oordeel zal worden gevraagd over voortgang, relevantie en perspectief van het programma; zie paragraaf 3.1.5.



Figuur 16 Organisatiestructuur NXTGEN HIGHTECH: uitvoering

- **Wetenschapsforum**: wetenschappers betrokken bij de verdiepingsprogramma's. Borgt de wetenschappelijke verankering van NXTGEN HIGHTECH. Het komt elk half jaar bijeen en adviseert het programmabureau en de domeinconsortia. De leden worden benoemd door het bestuur. Dit forum wordt voorgezeten door de Captain of Science van de topsector HTSM.
- **Bedrijven adviesgroep**: groep van DGA's die het programmabureau en de domeinconsortia adviseert over ontwikkeling nieuwe bedrijvigheid, nieuwe OEM's e.d. (zie 2.2). De adviesgroep komt naar behoefte bijeen maar tenminste eenmaal per half jaar. De leden worden benoemd door het bestuur en deze groep wordt voorgezet door de voorzitter van NXTGEN HIGHTECH.
- **Domeinconsortia:** werkgroepen die de activiteiten binnen elk domein op de verdiepings- en toepassingsprogramma's, en voor het NXTGEN HIGHTECH programma ecosysteem, coördineren. De domeinconsortia (inclusief Smart Industry), onder leiding van een domeintrekker stellen samen met andere spelers in het ecosysteem een domein roadmap op waarin de verdiepingsprogramma's aansluiten op de toepassingsprogramma's. Deze roadmaps worden elke twee jaar geactualiseerd. Hiernaast rapporteren de domeinconsortia halfjaarlijks, al dan niet schriftelijk, aan het bestuur over de voortgang in hun domeinen. Verder komen de domeinconsortia ad hoc bij een om de voortgang en eventuele problemen te adresseren. De domeinconsortia adviseren het programmabureau en hebben geen besluitvormende rol. De leden zijn de penvoerders van de projecten, eventueel aangevuld met andere partijen die betrokken zijn in het domein, en worden benoemd door het bestuur. Een lid van het bestuur zit de domeinconsortia-groep voor.
- **Investeringstafel**: investeerders zoals InvestNL, de ROM's, EIT InnoEnergy en private fondsen met binding met Nederland. Zij overleggen met de bedrijven binnen de consortia die interesse hebben. Ze krijgen zicht op veelbelovende trends, mensen en bedrijven binnen NXTGEN HIGHTECH, en kunnen investeren in bedrijven waar dat van beide kanten wordt gewenst. Paragraaf 4.3.3 beschrijft deze tafel. De leden worden benoemd door het bestuur. De tafel komt naar behoefte bijeen maar tenminste tweemaal per jaar, en wordt voorgezeten door een lid van het bestuur.

Het grootste deel van NXTGEN HIGHTECH wordt via deze stichting uitgevoerd. EZK committeert budget en voorwaarden aan de stichting om het programma uit te voeren. De stichting besteedt de subsidie voor de projecten zoals omschreven in de Groeifondsaanvraag. De stichting beslist over, en doet de rechtshandelingen rond, de subsidie en eventuele aanpassingen van het NXTGEN HIGHTECH programma binnen de voorwaarden die EZK stelt bij subsidieverlening (maatwerkbeschikking). De stichting beslist ook over toetreding van nieuwe deelnemers aan een project op voorstel van de project-penvoerder. De statuten regelen dergelijke aspecten. De stichting communiceert met EZK over de voortgang en eventuele bijstellingen (bij substantiële wijzigingen en bij uit- en toetreding van begunstigden zal instemming van EZK nodig zijn).

Naast een geldstroom van EZK aan de stichting gaat een geldstroom lopen van EZK naar NWO en ESA:

- NWO voor open calls in het verdiepingsprogramma. NXTGEN HIGHTECH (bestuur, programmabureau en wetenschapsforum) zijn betrokken als adviseurs van NWO bij het opstellen van de call-teksten. Voorwaarden voor deze calls zijn opgesteld in overleg met NWO.
- Bij het domein Laser Satcom is internationale aansluiting in elk project van groot belang. Daartoe zal ruim de helft van het programma uitgevoerd worden door ESA. Het Netherlands Space Office (NSO), ondergebracht bij RVO, is daarvoor het contactpunt. EZK zet middelen in ten uitvoering van de doelen zoals beschreven in het voorstel en voorziet uitvoering door NSO.

Bemensing

Het programmabureau wordt ingericht als en zodra Groeifondsfinanciering beschikbaar komt. Te denken is aan een kern van (in fte's):

- 1 programmadirecteur, aansturing programmamanagers en ondersteuning en tevens verantwoordelijk voor de ondersteuning van het bestuur, het wetenschapsforum, de bedrijven adviesgroep en de investeringstafel.
- 3 programma-managers (elk voor 2 toepassingsdomeinen (zowel verdiepings- als toepassingsprojecten), monitoring projecten en begeleiden consortia.
- 2 programma-managers ecosysteemactiviteiten
- 1 programma-manager open call
- 1 programma-manager internationaal (zie hoofdstuk internationaal).
- 2 Project assistent en office
- 1 Communicatie
- 2 Financiële administratie & management, control en rapportage

Bestuur

- 5.1.2e (5.1.2e
- 5.1.2e - namens TU's 5.1.2e)
- MKB lid – namens MKB's NXTGEN HIGHTECH
- 5.1.2e vanuit grootbedrijf (5.1.2e)
- 5.1.2e namens TO2 5.1.2e)
- 5.1.2e namens de ROM's 5.1.2e)

Bedrijven Adviesgroep

- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f 5.1 2.f)
- 5.1.2e (5.1 2.f

Wetenschapsforum

- 5.1.2e (5.1.2e)

- Select aantal wetenschappers TUD
- Select aantal wetenschappers TUe
- Select aantal wetenschappers UT
- Select aantal wetenschappers RUG
- Select aantal wetenschappers WUR
- Select aantal wetenschappers LUMC
- Select aantal wetenschappers TNO

3.2.2 Publieke stakeholders

Hieronder volgt een overzicht van de publieke stakeholders in het NXTGEN HIGTECH programma en de rollen die ze spelen.

Ministeries:

- EZK dient het voorstel in en is formeel eindverantwoordelijk voor het gehele voorstel. EZK is nauw betrokken bij de maakindustrie via het topsectoren- en innovatiebeleid, de topsector HTSM, TNO en de sleuteltechnologieën. EZK is zowel inhoudelijk betrokken als subsidiegever. Omdat EZK de subsidiegever is zal het niet deelnemen in de stichting NXTGEN HIGHTECH, maar blijft via de periodieke rapportages, bevoorschotting en periodiek overleg goed op de hoogte van de voortgang. Dit wordt ook vastgelegd in de subsidiebeschikkingen en volgt de lijnen van het afsprakenstelsel.
- OCW, VWS, DEF, LNV en EZK-K&E zijn geïnformeerd gedurende de voorbereiding van NXTGEN HIGHTECH. Ze kunnen deelnemen in de voorziene nationale adviescommissie of in een domein consortium om zicht te houden op de projecten; LNV heeft zich daarvoor al uitgesproken (domein Handsfree agrifood). Ook het raakvlak tussen innovatie en regelgeving kan daarin aan de orde komen.

Als **publiek-private samenwerkingsorganen** zijn nauw betrokken de stichting Topsector High Tech Materialen en Systemen (TKI HTSM) en het KIA thema- en kernteam Sleuteltechnologieën. Ook het programmabureau Smart Industry is daarin actief.

Kennisinstellingen:

- 5.1 2.f als coördinator van dit voorstel en met een stevige rol bij vooral de domeinen Laser Satcom en Semicon;
- 5.1 2.f , als partner in alle toepassingsprogramma's en verdiepingsprogramma's en verantwoordelijk voor de wetenschappelijke basis van dit programma;
- 5.1 2.f , enkele hogescholen, als partner in diverse toepassings- en verdiepingsprogramma's.

Andere (semi-) publieke organisaties:

- ROM’s. Zij hebben de netwerken in hun regio's bij innovatieve bedrijven en kennisinstellingen en zijn gangmakers bij publiek-private samenwerking en agendavorming op de zes toepassingsdomeinen in NXTGEN HIGHTECH.
- InvestNL en EIT InnoEnergy. Zij doen mee met de investeringstafel om bedrijven te helpen met hun financiering.

3.2.3 Belanghebbenden

Met de indieners van overige Groeifondsvoorstellen heeft reeds afstemming plaatsgevonden. Zie ook 2.4.7. Tevens komt het Groeifondsvoorstel oorspronkelijk voor uit het kernteam en thematean sleuteltechnologieën, waarmee ook draagvlak en afstemming met de daar verenigde topsectoren, overheden en kennisinstellingen is geborgd. Daarnaast is in een vroeg stadium van het proces contact geweest met diverse betrokkenen van de HTSM-roadmaps (zie ook tekstbox bij 2.4.1.1) en is middels een webinar vanuit de topsector HTSM op 20 april 2021 ook al afstemming geweest met het bredere veld. Middels het jaarlijkse voortgangscongres en de betrokkenheid van diverse partijen in adviesfora zoals de Nationale adviescommissie probeert NXTGEN HIGHTECH ook in de toekomst het draagvlak en betrokkenheid van overige partijen te vergroten.

3.2.4 Planspecifieke risico's

Tabel 31 toont de risico's bij NXTGEN HIGHTECH en de voorgestelde mitigatie. Voorop staat het enthousiasme bij de deelnemers vanaf de start om samen dit voorstel tot een succes te maken. Dat biedt een goede basis om samen zeven jaar op te trekken, risico's te beperken en wanneer ze zich toch voordoen, de schade te beperken.

Er zal constant worden gemonitord of zich risico's voordoen en indien het geval direct actie ondernomen. Omdat alle betrokken, waaronder de ministeries en andere overheden, betrokken zijn en achter het voorstel staan kan er snel naar oplossingen worden gezocht. Alle benodigde stakeholders die zaken in gang kunnen zetten en/of verhelpen doen mee. Verder zal de voorziene M&E of KPI's (zie 3.1.5) en een midterm review na fase 1 expliciet aangegeven of risico's zich voordoen en hoe ze kunnen worden opgevangen.

Tabel 31 Risico's en mitigatie NXTGEN HIGHTECH

Risico's binnen het voorstel:	Wat doen we eraan:
De voortgang bij de toepassingsdomeinen valt tegen (technologische problemen, tragere opschaling). Daardoor bereiken de bedrijven niet de beoogde control points in waardeketens.	Voortgang monitoren met KPI's en bij tegenvallers maatregelen nemen. Per domein en door programmabureau.
Onvoorziene substituten: technologische oplossingen die nu niet zijn meegenomen	Continue roadmap ontwikkeling, herijking programma na 4 jaar.
De samenwerking tussen de domeinen en de verdiepingsprogramma's komt langzamer van de grond. Daardoor blijft het ecosysteem te versnipperd en vindt nieuwe kennis niet snel genoeg de weg naar toepassingen. Ook dat vertraagt het bereiken van control points.	Events bij start en gedurende het programma brengen mensen uit diverse domeinen bijeen. Monitoring. Bij vertraging maatregelen nemen.
Het programma brengt zo'n € 150-200 mln. per jaar in beweging richting de NXTGEN HIGHTECH doelen, en dus zo'n 1500 onderzoekers en innovatoren. Een deel van die mensen zal nieuw zijn: klaar met een opleiding, instromer vanuit een andere sector of afkomstig uit een buitenland. Een risico is dat niet genoeg talent beschikbaar komt, met vertraging van het project tot gevolg.	Focus op toepassing gestuurd leren, praktijkgericht onderzoek en innoveren samen met kennis- en onderwijsinstellingen. Aansluiting zoeken met het 'Opschalen PPS in het Beroepsonderwijs' Groeifondsvoorstel van katapult en onderwijscentra zoals het

Risico's binnen het voorstel:	Wat doen we eraan:
	Dutch Systems Engineering Education & Application Center.
Het project gaat 7 jaar lopen; in die tijd kunnen deelnemers afvallen of van inzet veranderen. Dat kan bovengenoemde effecten tot gevolg hebben.	Voortgang monitoren met KPI's. Het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem moet zo aantrekkelijk worden dat partners blijven. Bij tegenvallers maatregelen bezien. Per domein en door programmabureau.
Investeerders houden afstand waardoor bedrijven onvoldoende kunnen investeren en opschalen, dan wel zakendoen met buitenlandse investeerders en/of eigenaren. Dat beperkt de beoogde bijdrage voor de Nederlandse samenleving.	Investeringstafel brengt bedrijven en investeerders bijeen. Programmabureau monitort dit met KPI's. Bij problemen aan bestuur en evt. politiek voorleggen.
Regelgeving kan innovatie stimuleren of afremmen. Bijv. robotica in de agrifood vergt regels voor veiligheid voor de mens; plasma voor bestrijding van plagen in planten heeft te maken met regels die zijn afgesteld op chemische bestrijding. Als dergelijke regels niet die ruimte bieden belemmert dat de toepassing van de innovaties.	Departementen betrekken in de domeinconsortia en vroeg dergelijke knelpunten herkennen en aanpakken.

Naast deze specifieke risico's is een risico dat het voorstel niet integraal wordt gefinancierd en onderdelen doorgestreept worden. Het bereiken van de doelen wordt dan lastig omdat in NXTGEN HIGHTECH de samenhang tussen de onderdelen groot is.

3.2.5 Intellectueel eigendom

NXTGEN HIGHTECH heeft als uitgangspunten dat de in het ecosysteem ontwikkelde kennis zoveel als mogelijk wordt behouden en gebruikt voor Nederland en de EU, en dat de daarop gebaseerde intellectueel eigendom (IE) toegankelijk is om innovatie te bevorderen door deelnemers, onder wie ook jonge bedrijven. De deelnemende partijen in de NXTGEN HIGHTECH projecten regelen onderling de intellectuele eigendomsrechten (IE, ofwel Intellectual Property Rights, IPR). Daarbij geldt als default de regeling zoals gebruikelijk bij Horizon Europe: partijen in projecten brengen hun relevante achtergrondkennis in die de consortiumpartners kunnen gebruiken binnen het project. De resulterende nieuwe kennis (voorgrondkennis) is van de deelnemende partijen die de rechten onderling bij de start afspreken. Als default geldt ook dat partijen, zowel bedrijven als kennisinstellingen, IE verkrijgen naar rato van hun werkpakketten, bijdragen en belangen. Hiervan kan worden afgeweken, maar afspraken hierover zullen op voorhand moeten worden vastgelegd gezien de consequenties voor de beoordeling van staatssteun. Een deel van de nieuwe kennis kan ook 'rechtenvrij' en niet bedrijfsgevoelig zijn en dus ruim worden verspreid, zodat ook andere partijen daar gebruik van kunnen maken.[150]

In de regel zal dit ertoe leiden dat kennis verdeeld wordt over partners, waardoor die kennis minder gevoelig is voor (vijandelijke) overnames. De bedrijfspartners gebruiken hun aandeel in de IE om hun positie te versterken, bijvoorbeeld bij het aantrekken van investeringen. De kennisinstellingen zitten in elk verdiepingsproject en in veel van de toepassingsprojecten. Kennisinstellingen (maar ook de andere

[150] De bepaling in de R&D-mobiliteitssectoren regeling zijn een voorbeeld (Staatscourant 2021, 24061 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen (officielebekendmakingen.nl)

partijen in het consortium) behouden zich het recht om onderzoeksresultaten te kunnen publiceren in journals, in conference proceedings en/of vakbladen (ook via Open Access), eventueel na goedkeuring van de andere consortium partners. In geval van gevoelige informatie zullen de partijen in onderling overleg besluiten over het te publiceren artikel, onder de voorwaarde dat de wetenschappelijke kwaliteit van de publicatie wordt geborgd. Zij kunnen de nieuwe kennis ook weer in andere projecten gebruiken, binnen de afspraken in een consortium. Dat kan via licenties en bepalingen (wel of niet exclusief, wel of niet doorgeefbaar). Dat kan ook buitenlandse partijen aantrekken.

Bij de infrastructuur leggen de partners afspraken vast over toegang door partners en door derden, zo nodig geheimhouding als in dezelfde omgeving wordt gewerkt, en hoe weglekken van IE wordt voorkomen. De overheid (EZK) en de stichting NXTGEN HIGHTECH verkrijgen geen IE.

3.2.6 Praktische uitvoerbaarheid

NXTGEN HIGHTECH heeft drie delen:

- De toepassingspijler met programma's voor 6 domeinen die bestaan uit privaat-publieke samenwerking in innovatieprojecten.
- De verdiepingspijler met programma's op 2 systeem- en 5 sleuteltechnologieën die bestaan uit kennisprojecten van universiteiten, hogescholen en TO2s in samenwerking met bedrijven.
- De ecosysteempijler met versterkende activiteiten via de 6 gedefinieerde lijnen.

De activiteiten en projecten zijn opgesteld door betrokkenen die ervaring hebben met dergelijke projecten en de samenwerking die daarbij nodig is. In deze Groeifondsaanvraag zijn die projecten omschreven. Bij toekenning zullen die waar nodig verder gedetailleerd worden om te dienen als basis voor subsidietoekenning door EZK (niet alle projecten zijn overigens al tot in detail gedefinieerd). Het bestuur, het programmabureau en de domeinconsortia sturen, ondersteunen en coördineren daarbij. De centrale partijen binnen NXTGEN HIGHTECH hebben hun intentie aangegeven de stichting op te richten. Dat toont commitment door de aanvragers en biedt EZK en de Adviescommissie een gesprekspartner. Dit geheel biedt een goede start voor de praktische uitvoering.

Die uitvoering van elk project zal worden gemonitord en periodiek wordt de voortgang beoordeeld. De projecten en de domeinconsortia informeren en adviseren het programmabureau en bestuur daarover. Het bestuur kan onafhankelijke buitenstaanders inschakelen. Het bestuur beslist op die basis over voortzetting dan wel aanpassing van de projecten.

Als en zodra de Groeifonds Adviescommissie adviseert tot financiering zal NXTGEN HIGHTECH de start voorbereiden. De start kan pas echt gebeuren wanneer de Ministerraad het advies heeft beoordeeld, het budget van het Groeifonds ter beschikking heeft gesteld aan EZK, de begroting van EZK is goedgekeurd door het parlement, en EZK de stichting (in oprichting) heeft geïnformeerd. Stappen zijn dan:

- Oprichten stichting NXTGEN HIGHTECH als aanspreekpunt en regievoerder van het programma.
- Opzet van de bestuurlijke organisatie, programmabureau en programma-organisatie.
- Overleg met EZK over de uitwerking, waarna de stichting de subsidie aanvraagt bij EZK conform de Groeifondsaanvraag (met medeneming van commentaar van de Groeifondsadviescommissie) en conform nadere informatie en afspraken tussen EZK en de stichting.
- Afstemming van procedures en financiële stromen.

- Inrichten communicatie, o.a. via de website nxtgenhightech.nl.
- Voor de ready-to-start projecten (fase 1) uit het toepassings- en het verdiepingsprogramma met beoogde start vanaf september 2022, met per project:
    - een (bijgewerkt) gedetailleerd projectplan met doelen en mijlpalen, planning, werkpakketten, deelnemers (incl. penvoerder), fysieke locaties, budgetten
    - Een projectovereenkomst (subsidieovereenkomst) van de stichting met de penvoerder
    - Consortiumovereenkomst tussen uitvoerende partijen
- Programmalijn Ecosysteemactiviteiten uitwerken

Voor Laser Satcom zal EZK dan met het Netherlands Space Office de deelname aan het ESA-programma Scylight voorbereiden. Voor de open calls voor verdiepingsprojecten zal EZK met NWO verder afstemmen.

3.2.7 Juridische uitvoerbaarheid

NXTGEN HIGHTECH is juridisch uitvoerbaar met de stichting die als penvoerder namens een groep deelnemers subsidie zal aanvragen bij EZK voor de onderzoek- en innovatieprojecten en de ecosysteemactiviteiten zoals omschreven in deze Groeifondsaanvraag. Per project zullen de deelnemers onderling een consortiumovereenkomst sluiten en daarin een projectpenvoerder aanwijzen.

Naast de stichting zijn enkele andere routes voorzien voor de beoogde subsidie: de open calls voor verdiepingsprojecten die zullen lopen via NWO met een subsidiebudget van 33 mln; 6 projecten bij Laser Satcom die zullen lopen via ESA met een subsidiebudget van circa 50 mln. Een optie is voor projecten die dicht bij EUREKA en KDT liggen het budget voor die calls voor de Nederlandse deelnemers op te hogen.[151]

Staatssteun

NXTGEN HIGHTECH gaat subsidie geven aan deelnemers aan projecten. Er is sprake van staatssteun als er aan vijf criteria is voldaan:

- De steun is voor een onderneming (ongeacht de rechtsvorm);
- de steun wordt door de overheid verleend;
- het voordeel is selectief, d.w.z. het komt ten goede aan bepaalde ondernemingen;
- het verschaft een economisch voordeel aan ondernemingen dat zij langs normale commerciële weg niet zouden hebben verkregen;

[151] Optie: subsidies aan toepassingsprojecten, vooral in semicon, niet via de stichting te laten lopen maar via calls van het EU-partnership Key Digital Technologies (KDT) of van Eureka. Die calls bestrijken deels de NXTGEN HIGHTECH agenda en vanuit Nederland kan daarop mee gestuurd worden. Voor een call die goed past bij de NXTGEN HIGHTECH agenda, bijvoorbeeld op semicon, kan ervoor worden gekozen de subsidie niet via de stichting NXTGEN HIGHTECH aan het project toe te zeggen, maar toe te voegen aan het budget van EZK-RVO voor die call. De penvoerder dient het projectvoorstel op die call in, samen met partners uit minimaal twee andere landen. Als het project beoordeeld wordt als geschikt voor financiering, zegt RVO de subsidie toe aan de Nederlandse aanvragers. Dat heeft voordelen: de projecten worden met Europese partners uitgevoerd; de EU verdubbelt die subsidie zodat meer projecten op dezelfde agenda kunnen starten. Deze optie zal gaandeweg het programma worden onderzocht met de betrokken projecten en domeinconsortia. Het zou kunnen gaan om een subsidiebedrag van 5 tot 10 mln. per jaar dat via die route wordt besteed, in totaal dus mogelijk 35-70 mln. EZK en RVO hebben met deze routes en partijen (NWO, ESA, Eureka, EU Partnerships) lange ervaring.

- het voordeel heeft een potentiële invloed op de handel tussen lidstaten.

Als aan één van de criteria niet wordt voldaan is er geen sprake van steun. Dat kan zo zijn bij bijvoorbeeld onderwijs en voorlichting. Dit zijn dan ‘niet-economische activiteiten'. Als aan de 5 criteria wel wordt voldaan, gaat het om economische activiteiten en toetst de Europese Commissie of de steun toelaatbaar is. De EU-lidstaten notificeren daartoe hun voorgenomen steun bij de EC. Lidstaten kunnen die toets echter ook zelf doen en beoordelen of hun steun past binnen de vrijstellingen voor notificatie: de Algemene GroepsVrijstellings Verordening (AGVV). De vrijstellingen gaan onder meer over het soort activiteiten en deelnemers. Steun die daarbinnen past hoeft niet genotificeerd te worden bij de EC maar alleen gemeld.

De voorgestelde NXTGEN HIGHTECH activiteiten lijken deels niet-economisch te zijn (zoals de calls voor verdiepingsprojecten), en deels wel economisch maar de daarvoor beoogde subsidie lijkt te passen binnen de vrijstellingen in de AGVV. Dit kan pas precies worden beoordeeld als de details compleet zijn. Per project gaat het om:

- de naam en de grootte van de deelnemers (ook bij kennisinstellingen die als ‘ondernemingen’ in steuntermen meedoen in het project);
- een beschrijving van het project met de start- en einddatum;
- de locatie van het project;
- de voorziene projectkosten en welke deelnemer die draagt;
- het gevraagde bedrag aan overheidsfinanciering per deelnemer.

Op dit moment in de voorbereiding zijn de NXTGEN HIGHTECH projecten duidelijk, maar is nog niet alle informatie beschikbaar zoals de grootte van alle ondernemingen en de precieze verdeling van de kosten. Ook de planning is nog tentatief en zal afhangen van de startdatum van het programma. In de maanden na indiening zal die informatie worden aangevuld, zodat de projecten gereed zijn in het vroege voorjaar van 2022 en EZK de analyse kan maken van de activiteiten (niet-economisch, wel-economisch en welke aard dan) en de staatssteun aspecten van de tweede groep. Als en zodra Groeifondsgeld beschikbaar komt zal EZK de stichting uitnodigen de gedetailleerde subsidieaanvraag in te dienen. Op basis van deze gedetailleerde informatie per project zal EZK de staatssteun-aspecten beoordelen en kan, bij voldoen aan de AGVV, de subsidie verlenen en die melden bij de EC. Van de 42 projecten gaan er 36 lopen via de stichting NXTGEN HIGHTECH en 6 via ESA. Daarnaast gaat een geldstroom naar NWO voor open calls for proposals voor fundamenteel onderzoek. De optie om subsidiebudget in te zetten voor EUREKA en KDT-calls zal nader bezien worden in de loop van het programma. Bij elk van die routes is veel ervaring met staatssteun aspecten.

Voor het overgrote deel dat via de stichting NXTGEN HIGTECH gaat lopen is voor de staatssteunaspecten onderscheid nodig tussen de stichting NXTGEN HIGHTECH (niveau 1), de projecten (niveau 2), en de deelnemers aan die projecten (niveau 3).

- Stichting NXTGEN HIGHTECH (niveau 1) zal niet-economische activiteiten uitvoeren (zoals communicatie en bijeenkomsten die open zijn voor partijen binnen en buiten het consortium) en

deels economische activiteiten. Voor die laatste is de stichting is te zien als een innovatiecluster.[152] De stichting is een structuur van publieke en private partijen die innovatieve activiteiten stimuleert door de uitwisseling van kennis en samenwerking tussen de organisaties binnen het cluster te bevorderen. De stichting vraagt voor de projecten subsidie aan bij EZK op basis van de Groeifondsaanvraag, EZK zegt die toe met voorwaarden, en de stichting leidt die door aan de projecten. De stichting regelt het beheer, de monitoring en rapportages terug naar EZK, en coördineert en ondersteunt de activiteiten van de diverse organen binnen de stichting, waaronder de domeinconsortia, de investeringstafel en het wetenschapsforum.[153] Voor deze activiteiten kan de steun max 50% en € 7,5 mln. zijn. Ook mogelijk is dat bij elk van de 42 projecten een klein deel van de kosten en dus de subsidie (te denken is aan 1-2%) bestemd is voor het management door de stichting.

- De stichting NXTGEN HIGHTECH geeft de subsidie door aan de projecten (niveau 2) zoals opgenomen in de Groeifondsaanvraag en dus aan de deelnemers (niveau 3). De voorziene activiteiten (niveau 2) en de steunplafonds, vaak afhankelijk van de grootte van de organisatie (niveau 3), zijn: [154]
    - Fundamenteel onderzoek[155]: max 100% steun voor alle groottes bedrijven. Totale voorziene kosten van alle fundamenteel onderzoekprojecten: € 144 mln.
    - Industrieel onderzoek[156] met samenwerking of brede verspreiding van de resultaten: max 80 tot 65% steun. Totale voorziene kosten: € 532 mln.
    - Experimentele ontwikkeling[157] met samenwerking of brede verspreiding van de resultaten: max 60 tot 40 % steun. Totale voorziene kosten: € 317 mln.

---

[152] Een structuur of georganiseerde groepering van onafhankelijke partijen (zoals innovatieve starters, kleine, middelgrote en grote ondernemingen, maar ook organisaties voor onderzoek en kennisverspreiding, niet-commerciële organisaties en andere verwante economische spelers) die tot doel heeft innovatieve activiteiten te stimuleren door het delen van faciliteiten en de uitwisseling van kennis en deskundigheid te bevorderen, en door daadwerkelijk bij te dragen aan technologieoverdracht, netwerking, informatieverspreiding en samenwerking tussen de ondernemingen en andere organisaties binnen het cluster.

[153] Als de stichting diensten levert aan extern klanten, wat niet is voorzien maar ook niet verboden, dan wordt een kostprijs berekend.

[154] Checklist-Steun-voor-onderzoek-ontwikkeling-en-innovatie.pdf (europadecentraal.nl)

[155] Experimentele of theoretische werkzaamheden die voornamelijk worden verricht om nieuwe kennis te verwerven over de fundamentele aspecten van verschijnselen en waarneembare feiten, zonder dat hiermee een directe commerciële toepassing of een direct commercieel gebruik wordt beoogd.

[156] Planmatig of kritisch onderzoek dat is gericht op het opdoen van nieuwe kennis en vaardigheden met het oog op de ontwikkeling van nieuwe producten, procedés of diensten, of om bestaande producten, procedés of diensten aanmerkelijk te verbeteren. Het omvat de creatie van onderdelen voor complexe systemen en kan ook de bouw omvatten van prototypes in een laboratoriumomgeving en/of in een omgeving met gesimuleerde interfaces voor bestaande systemen, alsmede pilotlijnen, wanneer dat nodig is voor het industriële onderzoek en met name voor de validering van generieke technologie. Met samenwerking of brede verspreiding van de resultaten.

[157] Het verwerven, combineren, vormgeven en gebruiken van bestaande wetenschappelijke, technologische, zakelijke en andere relevante kennis en vaardigheden, gericht op het ontwikkelen van nieuwe of verbeterde producten, procedés of diensten. Dit kan ook activiteiten omvatten die gericht zijn op de conceptuele formulering, de planning en documentering van alternatieve producten, procedés of diensten. Experimentele ontwikkeling kan prototyping, demonstraties, pilotontwikkeling, testen en validatie omvatten van nieuwe of verbeterde producten, procedés of diensten in omgevingen die representatief zijn voor het functioneren onder reële omstandigheden, met als hoofddoel verdere technische verbeteringen aan te brengen aan

- Onderzoeksinfrastructuur[158]: max. 50% steun en € 20 mln.
- Innovatiecluster[159]: max 50% steun en € 7,5 mln.
    - Voor infrastructuur, clusteractiviteiten voor het ecosysteem en het management van het programma, wordt afgerond € 150 mln. kosten voorzien. De steun voor de managementkosten wordt nog bezien op het onderscheid tussen niet-economische en wel-economische activiteiten, en bij de laatste groep, of die kosten deel worden van de projectkosten dan wel dat die activiteiten apart als innovatiecluster zijn te zien. Daarop kan 50% subsidie worden gegeven. De overige managementkosten komen voor rekening van de partners in de projecten, die ze in-kind of in-cash kunnen bijdragen.

Binnen de NXTGEN HIGHTECH verdiepingsprojecten zijn fundamenteel onderzoek en industrieel onderzoek in samenwerking. De toepassingsprojecten betreffen zowel industrieel onderzoek als experimentele ontwikkeling. De ecosysteem activiteiten betreffen apparatuur, kennisverspreiding, netwerken, skills projecten, het betrekken van venture capital en dergelijke. De subsidiabele kosten bij deze activiteiten zijn voor personeel, apparatuur, gebouwen, kosten derden zoals uitbesteed werk, algemene kosten (overhead). Per bedrijf is het bedrag aan steun per project gemaximaliseerd, afhankelijk van het soort activiteit. NXTGEN HIGHTECH respecteert deze steunplafonds. (Daarbij zal ook worden meegenomen eventuele andere overheidssubsidies aan deelnemers in een project). De voorziene projecten binnen NXTGEN HIGHTECH blijven onder die grenzen, dus de bedragen voor individuele deelnemers zeker.

Voor het geheel van NXTGEN HIGHTECH geldt dat er minder Groeifondssubsidie wordt gevraagd dan volgens het staatssteunkader zou mogen:

- De kosten zijn € 1140 mln, waarvan € 633 mln uit het Groeifonds, € 507 mln eigen bijdragen van de private partners, kennisinstellingen en overige bijdragen van de overheid.
- De eigen bijdragen tellen op tot € 507 mln en dat is hoger dan nodig is volgens het staatssteunkader. Volgens dat kader moet de eigen bijdrage (bij deze mix van fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en infra) minimaal tussen de € 307 en € 450 mln liggen, afhankelijk van de specifieke mix van grote en kleine bedrijven en al dan niet

producten, procedés of diensten die niet grotendeels vast staan. Dit kan de ontwikkeling omvatten van een commercieel bruikbaar prototype of pilot die noodzakelijkerwijs het commerciële eindproduct is en die te duur is om te produceren alleen met het oog op het gebruik voor demonstratie- en validatiedoeleinden. (Onder experimentele ontwikkeling wordt niet verstaan routinematige of periodieke wijziging van bestaande producten, productielijnen, fabricageprocessen, diensten en andere courante activiteiten, zelfs indien die wijzigingen verbeteringen kunnen inhouden.

[158] Faciliteiten, middelen en verwante diensten die door de wetenschappelijke gemeenschap worden gebruikt om op hun respectieve vakgebied onderzoek te verrichten: wetenschappelijke uitrusting of sets wetenschappelijke instrumenten; kennis-gebaseerde hulpbronnen zoals verzamelingen, archieven of gestructureerde wetenschappelijke informatie; ICT-gebaseerde enabling infrastructuur zoals grid-netwerken, computers, software en communicatie, of iedere andere entiteit met een uniek karakter die nodig is om onderzoek te verrichten.

[159] Een structuur of georganiseerde groepering van onafhankelijke partijen (zoals innovatieve starters, kleine, middelgrote en grote ondernemingen, maar ook organisaties voor onderzoek en kennisverspreiding, niet-commerciële organisaties en andere verwante economische spelers) die tot doel heeft innovatieve activiteiten te stimuleren door het delen van faciliteiten en de uitwisseling van kennis en deskundigheid te bevorderen, en door daadwerkelijk bij te dragen aan technologieoverdracht, netwerking, informatieverspreiding en samenwerking tussen de ondernemingen en andere organisaties binnen het cluster.

samenwerking in elk project. De hier geleverde eigen bijdrage € 507 mln Is dus hoger en gevraagde Groeifonds bijdrage lager dan het staatssteunkader toelaat.

Check op juridische uitvoerbaarheid door EZK-staatssteuncoördinator en EZK/WJZ

Om de juridische uitvoerbaarheid van het voorstel in deze fase te kunnen toetsen, is er bij EZK een proces ingericht waarbij juridische experts (staatssteuncoördinatoren en WJZ) feedback leverden op het voorstel en het schrijfteam deze feedback verwerkte. Allereerst gaf een staatssteuncoördinator van EZK feedback op de juridische uitvoerbaarheid. Vervolgens voerde een jurist van de directie Wetgeving en Juridische Zaken (WJZ) van EZK een quickscan uit op de staatssteunaspecten. Doel was om - voor zover mogelijk in deze fase - eventuele juridische problemen vroeg te signaleren. De feedback is verwerkt in het voorstel en in een globale staatssteunanalyse. Het is in deze fase nog niet mogelijk om een definitieve staatssteuntoets uit te voeren, noch om uitsluitsel te geven op juridische uitvoerbaarheid. Deze toets zal door EZK als verstrekkend departement worden uitgevoerd op basis van een subsidieaanvraag. Deze werkwijze is ook gehanteerd bij de EZK voorstellen voor R&D en innovatie in de eerste ronde Nationaal Groeifonds.

De belangrijkste feedback van de staatssteuncoördinator en WJZ en verwerking in het voorstel:

- Preciseer de projecten en deelnemers: gedaan, maar de nodige details zoals planning, aard van de activiteiten, grootte van de ondernemingen zullen worden aangevuld begin 2022.
- Heb aandacht voor cumulatie van de Groeifondsbijdrage met andere subsidies: kan en zal gedaan worden in de volgende fase.
- Het rijk kan niet in een stichting deelnemen, en een stichting kan geen calls met publiek geld uitschrijven: dat is niet het geval bij de stichting NXTGEN HIGHTECH.

Concluderend, het is aannemelijk dat het voorstel juridisch uitvoerbaar is gegeven de in deze fase beschikbare informatie en als bij de uitvoering niet wordt afgeweken van de WJZ-kaders.

Specifieke regelgeving

Er zijn zes domeinen betrokken met bij elk specifieke regelgeving. Die kan van invloed zijn op innovatie, bijvoorbeeld met veiligheids- of milieu-oogmerken. Voorbeelden:

- Regels over veilige werkplekken: robots moeten veilig zijn voor mensen (Arbowet). Daarvoor zijn internationale normen ontwikkeld zoals NEN-EN-ISO 10218. Robots voor toepassing in het semicon en biomedische domein kennen ook bijzondere eisen voor stof en hygiëne.
- Bij composieten in de aerospace zijn er sectorregels voor de kwalificatie van productie en productieproces. Process capabilities worden vastgelegd en bewezen in een product (zg. First Article). Daarna wordt het recept als het ware bevroren en mag er niet veranderd worden zonder opnieuw kwalificeren. Dit is lastig met de adaptieve, flexibele zelflerende automatisering die NXTGEN HIGHTECH gaat ontwikkelen.[160]
- Regels over de inzet van koud plasma voor ontsmetting, bestrijding en bemesting in de agro. Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) speelt hier een rol.

[160] Dit regelgevingsaspect / kwalificatie van proces wordt meegenomen in het Luchtvaart in transitie proposal en deels in het Thermoplasten composiet proposal in NXTGEN HIGHTECH. Daarin wordt het onderdeel van product- en productieontwerp. Samenwerking met de OEM's is belangrijk.

- Regels over de veiligheid van lasers (bijv. IEC 60825-x).

De deelnemers in NXTGEN HIGHTECH houden natuurlijk rekening met dergelijke regels. Waar nodig kan aanpassing worden bezien om een innovatie meer kans te bieden. Dat zijn steeds specifieke trajecten.

4 Financiële onderbouwing

4.1 Begroting

4.1.1 Kosten

De totale begroting en beoogde financiering voor het NXTGEN HIGHTECH programma ziet er als volgt uit, waarbij de kosten uitgesplitst zijn naar type onderzoek.

Tabel 32 geeft een overzicht van de verwachte kosten van de activiteiten (opgesplitst naar type onderzoek: fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek, experimenteel onderzoek en overig (faciliteiten)), het totaal van de kosten, de verwachte Groeifondsbijdrage en het percentage Groeifondsbijdrage van de totale kosten. Deze bedragen zijn bottom-up opgebouwd aan de hand van uitgewerkte projectvoorstellen vanuit de domein en programmalijnen Smart Industry en Systems Engineering.

Bij het opvragen van de kosten zijn geen kosten per individuele projectpartner opgehaald. Deze zijn voor een groot deel wél beschikbaar, omdat bedrijven op basis van deze kosten hun private commitments hebben vastgesteld. Indien wenselijk kunnen deze kosten worden opgevraagd.

Tabel 32 Kosten naar type onderzoek (EUR) – samenvatting

Activiteit	Fundamenteel onderzoek (EUR)	Industrieel onderzoek (EUR)	Experimenteel onderzoek (EUR)	Overig (faciliteiten) (EUR)	Kosten Totaal (EUR)	Groeifonds bijdrage (EUR)	%GF bijdrage van Kosten Totaal
Handsfree Agrifood	5.1.2f						
Biomedische productietechnologie							
Flexibele microfabrieken voor composieten							
Energieopslag en -conversie							
Laser Satcom							
Semiconductor Equipment							
Smart Industry							
System Engineering							
Open calls verdiepingsprojecten							
Internationaal							
Programmamanagement							
Totaal							

4.1.2 Financiering

Het NXTGEN HIGHTECH programma leunt op een sterk commitment van het Nederlandse bedrijfsleven. Dit is te zien aan het grote aantal bedrijven wat participeert in dit programma en dit komt duidelijk tot uitdrukking in het afgegeven financiële commitment. In Tabel 33 en 36 zijn de verschillende financieringsbronnen per activiteit/domein weergegeven. Tabel 33 geeft een samenvatting op activiteit/domeinniveau.

Tabel 33 Bijdragen naar beoogde financieringsbron – samenvatting[161]

Activiteit	Groeifonds (EUR)	Overheid (EUR)	Bedrijven (EUR)	Kennisinstellingen (EUR)	Financiering totaal (EUR)	%GF bijdrage van Financiering Totaal
Handsfree Agrifood	5.1.2f					
Biomedische productietechnologie						
Flexibele microfabrieken voor composieten						
Energieopslag en -conversie						
Laser Satcom						
Semiconductor Equipment						
Smart Industry						
System Engineering						
Open calls verdiepingsprojecten						

[161] Er zitten nog minimale inconsistenties in de kostenreeksen en financieringsreeksen van de projectpartners (een afwijking in totaal kleiner dan 0,01%). De kostenreeksen zijn leidend.

Activiteit	Groeifonds (EUR)	Overheid (EUR)	Bedrijven (EUR)	Kennisinstellingen (EUR)	Financiering totaal (EUR)	%GF bijdrage van Financiering Totaal
Internationaal	5.1.2f					
Programmamanagement						
Totaal						

4.2 Onderbouwing begroting

4.2.1 Verwachte financiële bedragen

De uitvoering van het NXTGEN HIGHTECH programma begint met het commitment en initiatief vanuit de consortia in de toepassingsdomeinen, waarin bedrijven, kennisinstellingen en overheid samenwerken. Het programma bouwt op een commitment van private partijen met een omvang van 411 miljoen euro. Met een Groeifondsbijdrage van 633 miljoen euro kan een programma van 1.140 miljoen euro worden gerealiseerd.

Tabel 34 Aantal ontvangen letters of intent voor uitgewerkte projectvoorstellen - samenvatting

Domein	Aantal letters of intent
Biomedische productietechnologie	134
Energieopslag en -conversie	63
Flexibele microfabrieken voor composieten	36
Handsfree Agrifood	64
Laser Satcom	63
Semiconductor Equipment	81
Smart Industry	97
System Engineering	16
Totaal	**554**

De commitment van de private partijen kan worden onderverdeeld in een in-cash bijdrage en een in-kind bijdrage. De volgende tabellen geven een overzicht van deze bijdragen aan de uitgewerkte projectvoorstellen op basis van de ontvangen letters of intent van partijen.

Tabel 35 Private in-kind en in-cash bijdrage op basis van ontvangen letters of intent van private partijen en kennisinstellingen – samenvatting

Activiteit	Private in-cash bijdrage (EUR)	Private in-kind bijdrage (EUR)	Totaal private bijdrage (EUR)
Handsfree Agrifood	5.1.2f		
Biomedische productietechnologie			
Flexibele microfabrieken voor composieten			
Energieopslag en -conversie			
Laser Satcom			
Semiconductor Equipment			
Smart Industry			
System Engineering			
Totaal			

Tabel 36 Private in-kind en in-cash bijdrage op basis van ontvangen letters of intent van private partijen en kennisinstellingen – per project

Activiteit/project	Private in-cash bijdrage (EUR)	Private in-kind bijdrage (EUR)	Totaal private bijdrage (EUR)
Handsfree Agrifood	5.1.2f		
Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw			
Agrifood 02: Innovatiepakket 2 Handsfree Glastuinbouw			
Agrifood 03: Innovatiepakket 3 Handsfree Voedselverwerking			
Biomedische productietechnologie			
Biomed 01: One-Stop-Shop			
Biomed 02: Lab-on-Chip			
Biomed 03: Organ-on-Chip			
Biomed 04: Artificial Organs			
Biomed 05: NXTGEN Celproductietechnologie			

Activiteit/project	Private in-cash bijdrage (EUR)	Private in-kind bijdrage (EUR)	Totaal private bijdrage (EUR)
Flexibele microfabrieken voor composieten			
Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart			
Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility			
Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing			
Energieopslag en -conversie			
Energie 01: 3D battery pilot line production			
Energie 02: Next-gen equipment voor batterijen en batterijmaterialen			
Energie 03: Plasma omzetting methaan			
Energie 07: PHOENIX-Alkalina			
Energie 08: Derde-generatie electrolyser			
Energie 10: Massa productie van ZEF micro-plants voor betaalbare solar fuel			
Laser Satcom			
Laser Satcom 01: project 01000 Sat - Sat			
Laser Satcom 02: project 02000 Grond - Grond			
Laser Satcom 03: project 03000 Satelliet - Grond QKD			
Laser Satcom 04: project 04000 Verre ruimte / HPE			
Laser Satcom 05: project 05000 Smallsat - Grond DTE			
Laser Satcom 06: project 06000 Grond - Satelliet Feederlink			
Laser Satcom 07: project 07000 Vliegtuig / Schip - Satelliet			
Laser Satcom 10: project 10000 Innovatie centrum			

5.1.2f

Laser Satcom 11: project 11000 Technologie ontwikkeling	-	16.794.579	16.794.579
Semiconductor Equipment			
Semicon 01: Process optimization for high TRL & high MRL PLD			
Semicon 02: Next Generation High Tech System architectures			
Semicon 03: NXTGEN Chip Assembly Equipment			
Semicon 04: (Nano) Metrologie Systemen			
Semicon 05: Technologie-programma 'Deposition and Printing for Heterogeneous assembly'			
Semicon 06: Kulicke & Soffa Odin			
Semicon 07: NXTGEN Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment			
Semicon 08: Metrologie Equipment voor Kritisch Opschalen van Pic Productie			
Semicon 09: Assembly & Packaging Equipment voor high volume PIC Productie			
Smart Industry			
Smart Industry 01: NXT GEN Autonomous Factory			
Smart Industry 02: NXT GEN Enabling Technologies for Smart Networks			
Smart Industry 02: NXT GEN Smart Enabling Technologies			
System Engineering			
System Engineering 01: Comprehensive Systems Engineering Education			
Totaal			

5.1.2f

Totale commitments bedrijven hoger dan wat is opgenomen in de begroting

De totale commitments van bedrijven (€ 582 mln.) zijn hoger dan wat is opgenomen in de begroting (€ 411 mln.). De bedrijven hebben meer belangstelling dan wat gecontrafinancierd wordt uit het Groeifonds. Dat biedt een solide basis voor de definitieve subsidieaanvraag en – toekenning begin 2022, bij toekenning van de Groeifondsbijdrage.

4.3 Bekostigingsmix

NXTGEN HIGHTECH voorziet financiering van drie soorten activiteiten:

1. Projecten in de toepassingsprogramma's: bestaan uit projecten van consortia om nieuwe technologie te ontwikkelen, demonstreren en pilot productie van de grond te krijgen.
2. Projecten in de verdiepingsprogramma's: bestaat deels uit overlappende projecten met de toepassingsprogramma's, deels uit de open call
3. Ecosysteemactiviteiten: diverse activiteiten zoals voor scholing, netwerken, internationale aanhaking, onderzoek naar het functioneren van het eigen innovatie ecosysteem.

De subsidiabele managementkosten zijn inbegrepen in de projecten; voor de stichting NXTGEN HIGHTECH is een aparte begrotingslijn opgenomen met 50% subsidie; voor de uitvoeringskosten van RVO en EZK zijn stelposten opgenomen.

4.3.1 Financiële bijdragen van deelnemende partijen

Tabel 37 Financiële bijdragen van deelnemende partijen: indicatief (euro's)

Activiteit	Groeifonds totaal (EUR)	Overheid totaal (EUR)	Bedrijven totaal (EUR)	Kennisinst. Totaal (EUR)	Financiering totaal (EUR)	%GF bijdrage van Financiering Totaal
Toepassingsprojecten	5.1.2f					
Verdiepingsprojecten						
Ecosysteemprojecten						
Programmamanagement						
Totaal						

Tabel 37 laat vanuit de begrotingen van de individuele projectvoorstellen een totale financiële bijdrage van private partijen van € 411 mln (Bedrijven Totaal) zien. Uit

Tabel 38-39 blijkt evenwel dat op basis van de letters of intent een totale financiële bijdrage van private partijen van € 582 mln. Zie ook de laatste alinea van paragraaf 4.2.1.

Tabel 38 Private in-cash en in-kind bijdragen van deelnemende private partijen (o.b.v. letters of intent) voor fase 1 (2022-mid2026)

Activiteit	Private bijdrage Fase 1 in-cash	Private bijdrage Fase 1 in-kind	Private bijdrage Fase 1 totaal
Biomedische productietechnologie	5.1.2f		
Energieopslag en -conversie			
Flexibele microfabrieken voor composieten			
Handsfree Agrifood			
Laser Satcom			
Semiconductor Equipment			
Smart Industry			
System Engineering			
Totaal			

Tabel 39 Private in-cash en in-kind bijdragen van deelnemende private partijen (o.b.v. letters of intent) voor fase 2 (mid-2026-2029) en totalen voor fase 1+2

Activiteit	Private bijdrage Fase 2 in-cash	Private bijdrage Fase 2 in-kind	Private bijdrage Fase 2 totaal	Private bijdrage Fase 1+2 Totaal in-cash	Private bijdrage Fase 1+2 Totaal in-kind	Private bijdrage Fase 1+2 Totaal
Biomedische productietechnologie	5.1.2f					
Energieopslag en -conversie						
Flexibele microfabrieken voor composieten						
Handsfree Agrifood						
Laser Satcom						
Semiconductor Equipment						
Smart Industry						
System Engineering						
Totaal						

4.3.2 Zekerheid over bijdragen

Aan de private kant ligt een commitment beschreven in letters of intent (zie sectie 4.2.1). Dit zijn voorwaardelijke toezeggingen afhankelijk van het starten van het programma.

4.3.3 Passende bekostigingsmix

Het Groeifonds vult eigen investeringen van de deelnemers aan

De ruim 300 bedrijven en kennisinstellingen in NXTGEN HIGHTECH zijn elk actief met onderzoek en innovatie. NXTGEN HIGHTECH vult die activiteiten aan met:

- Toepassingsprojecten voor nieuwe posities in waardeketens waarvoor spelers moeten samenwerken in vaak nieuwe combinaties aan gewaagde technologische en commerciële trajecten. De deelnemers kunnen die sprong vooruit alleen samen maken, in het kader van dit programma.
- Verdiepingsprojecten op sleuteltechnologieën die de toepassingen beogen te ondersteunen, maar met de onzekerheden die bij dergelijke trajecten horen,
- Ecosysteemactiviteiten om met alle partijen een innovatie ecosysteem te vormen waarin met elkaar en van elkaar geleerd wordt.

De bedrijven en kennisinstellingen kunnen die niet elk voor zich opzetten, en niet op alleen hun eigen kracht. Ze hebben hiervoor een gezamenlijk programma nodig met aanmoediging en financiële ondersteuning vanuit het Groeifonds. Daarmee kan markt-, systeem- en transformatiefalen (paragraaf 2.2.4) worden aangepakt.

Private additionaliteit

Het voorstel is additioneel aan bestaande private investeringen. De voorgestelde projecten bedragen veelal RD&I projecten waarin proof-of-concepts naar pilotfase worden gebracht, veelal in een nieuwe waardeketen voor een nieuwe markt. Vanwege technologische en commerciële onzekerheden en een gebrek aan kapitaal (zie 2.2.3) is het lastig hier in de bestaande markt financiering voor op te halen, en ook beperkte investeringscapaciteit bij toeleveranciers en start-ups (zie 2.2.2) maakt dit ingewikkeld. Tegelijkertijd wordt vanuit de bedrijfsleven, zeker in latere fases van de projecten richting commercialisatie, substantiële cofinanciering (~10% boven het staatssteunkader) geleverd. Dit geeft het belang van de projecten aan.

De verdiepende component van projecten (als onderdeel van de verdiepingsprogramma's) is vanwege het fundamentele en open karakter per definitie onrendabel. Voor de skills-projecten onder de ecosysteempijler geldt dat deze m.n. in een opstartfase als onrendabel worden gezien, en dat deze later door de markt of andere partners zelf opgepakt kunnen worden. Dit geldt min of meer ook voor projecten met een sterke infracomponent; zie hiervoor 3.1.3.2.

Het Groeifonds biedt budget waar andere overheidsinstrumenten ophouden

Het Groeifonds kan via NXTGEN HIGHTECH ondersteuning bieden aan de partijen in de hightech equipment waar reguliere publieke financieringsinstrumenten ophouden dan wel geen oriëntatie kennen op een dergelijk thema. NXTGEN HIGHTECH geeft een noodzakelijke programmatische impuls aan de hightech equipment sector. Dat mist in de ondersteuning via andere regelingen die EZK, NWO en

de Europese Unie aanbieden.[162] Andere regelingen kunnen NXTGEN HIGHTECH echter zeker helpen; het volgende biedt een overzicht.

EZK biedt ondersteuning aan kennis, technologie en innovatie in den brede via:

- De PPS toeslag (die wordt toegekend door de TKIs, volgt de kennisinvesteringen door bedrijven, en gaat grotendeels naar kennisinstellingen),
- De MIT-regeling (voor kennistoepassing door het MKB, samen met de regio's).

Beide regelingen zijn georiënteerd op de Kennis- en Innovatie Agenda's (KIA's), waaronder die voor sleuteltechnologieën. Ze ondersteunen de NXTGEN HIGHTECH agenda maar kennen geen centrale sturing.

EZK biedt ook reguliere ondersteuning voor Nederlandse partijen die op technologie en innovatie willen samenwerken met buitenlandse partners via Horizon Europe, EUREKA en ESA. NXTGEN HIGHTECH bedrijven kunnen daarvan profiteren:

- Horizon Europe: de NXTGEN HIGHTECH agenda loopt parallel met die van de EU in Horizon Europe. Dat richt zich op de gehele EU en het verbinden ecosystemen en spelers. De competitie voor financiering is fel; nationale (co-) financiering en hulp bij het indienen van aanvragen zijn essentieel voor succes. EZK biedt de Nederlandse deelnemers, ook die in NXTGEN HIGHTECH, al jaren hulp bij indiening (RVO-Iris) en enige cofinanciering in 2021 (latere jaren afhankelijk van het nieuwe kabinet). NXTGEN HIGHTECH vult de Europese activiteiten aan met de oriëntatie op de Nederlandse agenda en spelers daarbinnen. De afstemming van NXTGEN HIGHTECH op Horizon Europe zal veel aandacht krijgen en lopen via onder meer de Nederlandse leden van programmacomités.
- Bij EUREKA (kader voor samenwerking tussen landen in de EU plus o.a. Canada, Zwitserland, Zuid-Korea, Zuid-Afrika) ligt voor Nederland de focus op ICT (EUREKA clusters ITEA en PENTA; laatstegenoemde is in de loop van 2021 opgevolgd door XECS) en op het MKB (Eurostars en Globalstars). EZK biedt Nederlandse deelnemers ondersteuning aan bij matchmaking en agendasetting en met subsidies. ITEA en PENTA zijn van essentieel belang voor het NXTGEN HIGHTECH toepassingsdomein Semiconductor Equipment; Nederlandse spelers in de semicon zijn actief in die clusters met het gezamenlijk programmeren en uitvoeren van onderzoek en innovatie. De voorziene NXTGEN HIGHTECH verdiepingsprogramma's lithografie en semicon, optomechatronica, dunne films en plasmatechnologie sluiten aan op de agenda van die EUREKA clusters. NXTGEN HIGHTECH partijen kunnen daarop dus ook een beroep doen, maar de EZK-budgetten voor ondersteuning zijn beperkt (ca. € 40 mln. per jaar). Euro- en Globalstars staan open voor bottom-up ideeën van het MKB en hebben dus geen NXTGEN HIGHTECH agenda. MKB-deelnemers aan NXTGEN HIGHTECH kunnen daar wel gebruik van maken met hun buitenlandse partners. De EZK-budgetten voor ondersteuning van de Nederlandse deelnemers zijn ook hier beperkt (€ 16 mln.).
- ESA voert in opdracht van de lidstaten ruimtevaartprogramma's uit, waarvan ScyLight relevant is voor het Laser Satcom toepassingsdomein binnen NXTGEN HIGHTECH. Dat biedt een kanaal om met meerdere lidstaten een impuls te geven aan optische communicatie met en via satellieten. Daarvoor leveren de lidstaten aan ESA de financiering.

[162] Onderzoek door Technopolis naar publieke geoormerkte investeringen in sleuteltechnologieën | Tweede Kamer der Staten-Generaal

Tabel 40 biedt een overzicht.

Tabel 40 Raakvlakken Horizon Europe met toepassingsprogramma's

NXTGEN HIGHTECH domein	Raakt aan Horizon Europe deelprogramma, ESA, EUREKA:
Handsfree Agrifood	Horizon Europe: Food, Bio-economy, Natural Resources, Agriculture and Envirt.
Biomedische productietechnologie	Horizon Europe: Health
Flexibele microfabrieken voor composieten	Horizon Europe: Digital, Industry and Space
Energieopslag- en conversie	Horizon Europe: Climate, Energy, Mobility
Laser Satcom	Horizon Europe: Digital, Industry and Space. ESA: ScyLight
Semiconductor Equipment	Horizon Europe: Digital, Industry and Space. EUREKA: PENTA, ITEA

EZK biedt verder een instrument aan voor toepassing van nieuwe kennis: de Thematische Technologie Transfer regeling. Die biedt support voor het toepassen van universitaire nieuwe kennis met private investeringen. Die regeling is echter minder geschikt voor de brede ecosysteemactiviteiten met vooral bedrijven in NXTGEN HIGHTECH en het budget is op. Daarnaast biedt EZK vanouds stimulansen voor bedrijfsfinanciering, waaronder het Innovatiekrediet (IK). Dat is een zachte lening voor de laatste stap op de markt: een innovatie testen en in productie nemen. Het IK is een bottom-up regeling. NXTGEN HIGHTECH bedrijven kunnen daar een beroep op doen, net als op andere financieringsinstrumenten.

NWO biedt ondersteuning aan wetenschappelijk en technologisch onderzoek bij universiteiten en onderzoekinstellingen. Dat is voor een deel thematisch (bijvoorbeeld voor thema's binnen het Kennis- en Innovatie Convenant 2020-2023) maar grotendeels bottom-up. De voorziene verdiepingsprogramma's binnen NXTGEN HIGHTECH kennen een programmatische aanpak op een aantal systeem- en sleuteltechnologieën met sturing op de beoogde toepassingen, en begeleiding van onderzoeksprojecten vanuit bedrijven.

Ook de regio's zijn essentieel voor NXTGEN HIGHTECH. Regionale instrumenten zijn echter te klein van omvang en te lokaal van scope om een nationaal programma als NXTGEN HIGHTECH te financieren. Wel kunnen regionale investeringen dit Groeifondsvoorstel ondersteunen, met name ten aanzien van lokale hub- en campusvorming, valorisatie, MKB-beleid en start-ups.

NXTGEN HIGHTECH bevat geen eigen instrumenten voor aandelen of leningen

Een voorwaarde voor groei van NXTGEN HIGHTECH bedrijven is de beschikbaarheid van vermogen. De financieringsbehoeften van bedrijven loopt op van enkele miljoenen euro's in de startfase, enkele tientallen miljoenen voor de pilot-productie, tot vele tientallen en uiteindelijk honderden miljoenen euro's voor productie. Bedrijven in de NXTGEN HIGHTECH domeinen die financiering zoeken voor opschaling kunnen terecht bij bestaande instrumenten:

- de Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) bieden investeringen, netwerken en coaching aan voor NXTGEN HIGHTECH bedrijven die willen groeien.
- InvestNL biedt bedrijven investeringen aan op landelijk niveau. InvestNL beschikt over een vermogen van € 1,7 mld. en richt zich op vier gebieden: carbon neutrale economie, circulaire

economie, betaalbare en toegankelijke gezondheidszorg en innovatieve scale-ups. De zes domeinen in NXTGEN HIGHTECH passen daarbij. InvestNL financiert bedrijven met een participatie of (achtergestelde) lening. InvestNL verschaft maximaal 50% van het risicokapitaal met een minimale investering vanuit InvestNL van € 5 miljoen.

- InvestNL werkt samen met de ROM's aan een Deeptech fonds van € 250 mln. dat op 1 december 2021 begint. De Deeptech start- en scale-ups actief binnen de sleuteltechnologieën komen hiervoor in aanmerking. De ticketrange is € 1 tot 25 mln. Inzet is co-investering (50/50) met private (lead) investors in (een combinatie van) de volgende vormen van risicokapitaal: equity financiering, in equity converteerbare leningen en mezzanine (voornamelijk achtergestelde leningen). Bedrijven in NXTGEN HIGHTECH kunnen hiervan gebruik maken.
- Innovation Industries is een initiatief van 4.TU en de TO2 instellingen. Andere investeerders zijn de pensioenfondsen PME, PMT en Rabobank. Het fonds beheert € 250 mln. en investeert vooral in bedrijven in nano- en microtechnologie, semiconductors, integrated photonics, clean technology, food en agrotechnologie, medische technologie. De investeringsrange is € 1-25 mln.; voor spin-outs van de universiteiten en TO2 instellingen kan vanaf € 250.000 worden geïnvesteerd.
- InvestNL werkt samen met de EIB-groep waarin ook EIF voor investeringen. De EIB-groep werkt samen met programma's zoals Horizon Europe (met name de European Innovation Council (EIC) dat subsidies en risicodragende financiering voor innovatieve bedrijven biedt). Daaruit kunnen innovatieve bedrijven, ook uit NXTGEN HIGHTECH, financiering krijgen.

Ook participatiemaatschappijen zijn van belang voor NXTGEN HIGHTECH. Zij investeerden in 2020 € 900 miljoen in 300 Nederlandse start-ups en scale-ups en € 6,7 miljard in 180 buy-outs en groeiende bedrijven.[163] Hoeveel daarvan in bedrijven die relevant zijn voor NXTGEN HIGHTECH is niet bekend.

NXTGEN HIGHTECH biedt een investeringstafel

NXTGEN HIGHTECH biedt de investeerders een investeringstafel. Zij kunnen meekijken naar de uitvoering van het programma en zo veelbelovende trends, spelers en bedrijven spotten. InvestNL, EIT InnoEnergy, de ROM's zullen als startgroep meedoen; andere (private) investeerders met een binding met Nederland kunnen op uitnodiging aanhaken. De tafel kan naar behoefte worden gesplitst voor elk van de 6 domeinen, waar de specialisten gezamenlijk de groeikansen en investeringsbehoeften beoordelen. Het zijn immers technologische domeinen die veel inhoudelijke expertise vergen, van de technologie maar ook van het ecosysteem en de gehele waardeketen, van toeleverancier tot eindklant. De NXTGEN HIGHTECH bedrijven kunnen in een vroeg stadium (start-up, scale-up) de deelnemers aan deze investeringstafel betrekken voor advies over de financieringsopbouw (bij InvestNL bekend als het 'treintje' voor diverse stadia van groei en financiering). Bescherming en gebruik van intellectueel eigendom is daarbij essentieel. Hetzelfde geldt voor het ecosysteem rond die bedrijven. Dat is essentieel voor het slagen van de projecten, de groei van de bedrijven, en een goed perspectief voor financiers - de deelnemers aan deze tafel denken en werken mee aan de versterking van dat ecosysteem. Het gaat om financiering – kennis – begeleiding (zie ook paragraaf 3.1.3.3). De investeringstafel zal helpen innovaties versneld naar de markt te brengen door een multi-stage investeringsbeleid en door de kwantiteit en kwaliteit van de dealflow van (semi-) private investeringen in NXTGEN HIGHTECH bedrijven te verhogen. Te denken is aan een dealflow die oploopt naar € 100 mln in 2030. Vanuit NXTGEN HIGHTECH zal worden gevolgd of het aanbod van investeringen voldoet aan de vraag. Het is immers niet de bedoeling dat Nederlandse NXTGEN HIGHTECH partijen ongewild in handen komen van buitenlandse

[163] Bron: NVP. Bedragen inclusief ROM's.

investeerders. Als de regionale, nationale en Europese financieringsinstrumenten tekort blijken te schieten, zal NXTGEN HIGHTECH dat aankaarten bij de politieke en financiële wereld.

4.3.4 Financieel risico

NXTGEN HIGHTECH bestaat uit projecten met deelnemers die de kosten inschatten en verdelen. De subsidie is gemaximeerd en dat wordt in de toezegging ook helder vermeld. Mochten deelnemers meer kosten maken dan zijn die voor eigen rekening. Het programma kent ook enkele faciliteiten zoals het Laser Satcom innovatiecentrum. Als daar de kosten hoger uitvallen zullen de partners om tafel moeten over de oplossing. De bijdrage vanuit het Groeifonds via EZK is in elk geval gemaximeerd. Het programma kent geen inkomsten en die kunnen dus ook niet tegenvallen.

4.3.5 Financieringslijnen

Als het kabinet een Groeifonds-bijdrage toekent boekt het GF het budget over naar de EZK-begroting. Het volgende geldt voor alle drie onderdelen van NXTGEN HIGHTECH: de projecten in de toepassingsprogramma's, de verdiepingsprogramma's en de ecosysteemprojecten.

- Fase 1, medio 2022 tot medio 2026: de 42 projecten zijn in de GF-aanvraag omschreven (er is ruimte om details aan te leveren na toekenning, zoals grootte van deelnemers en specificaties per kostensoort). EZK committeert de subsidie voor 36 daarvan (via RVO) aan de stichting NXTGEN HIGHTECH. Die committeert de bijdrage door aan de projecten en regelt de bevoorschotting, monitoring, afrekening, audit etc. EZK committeert dus niet direct aan de projecten zelf. (Daarnaast committeert EZK de subsidie voor 6 projecten via NSO aan ESA, zie onder, en subsidie aan NWO voor de open calls van de verdiepingsprogramma's). In de loop van fase 1 worden de projecten die vallen onder de stichting gemonitord; als ze begin 2026 voldoende voortgang boeken kunnen ze een vervolgsubsidie aanvragen voor fase 2. Dit vergt een nieuwe aanvraag aan de stichting en aan EZK, en een nieuwe committering.
- Fase 2, medio 2026 tot medio 2029: fase 2 wordt onder leiding van de stichting NXTGEN HIGHTECH door de potentiële deelnemers gedetailleerd tijdens fase 1 (doelen en mijlpalen, deelnemers, activiteiten, kosten). Tevens kunnen daarbij nieuwe deelnemers instappen. EZK doet een tweede committering van de subsidie aan de stichting NXTGEN HIGHTECH ter doorgeleiding naar de projecten.

Twee onderdelen van NXTGEN HIGHTECH kennen een andere route voor de financiering:

- In de verdiepingsprogramma's zijn open calls for proposals voorzien, uit te voeren door NWO. EZK maakt daartoe het budget over aan NWO, vergelijkbaar aan de bijdrage voor het TTW programma. NWO publiceert de NXTGEN HIGHTECH calls en financiert de deelnemers in de geselecteerde consortia.
- Bij het domein Laser Satcom is internationale aansluiting in elk project van groot belang. Daartoe zullen 6 projecten, qua budget ruim de helft van het programma, uitgevoerd worden door ESA. Het Netherlands Space Office, ondergebracht bij RVO, is daarvoor het contactpunt. EZK stelt budget beschikbaar aan NSO, dat het committeert aan ESA ter uitvoering van de projecten. ESA doet dat in het Scylight programma waaraan 24 landen meedoen. ESA heeft een centrale rol bij de ontwikkeling van optische communicatie. ESA financiert de Nederlandse deelnemers met het EZK/NSO budget. ESA kan de beoogde projecten gunnen op basis van ingediende project voorstellen. Voor toekenning van het budget aan projecten is instemming van NSO nodig. ESA financiert de Nederlandse deelnemers met het EZK/NSO budget. Daarbij zijn ook eigen investeringen van het consortium vereist. Naast borging van internationale aansluiting zorgt

uitvoering door ESA voor een onafhankelijke beoordeling van de haalbaarheid van de projecten, zowel technisch als economisch. Na gunning van een project volgt ESA de voortgang en heeft de mogelijkheid om bij te sturen of, in overeenstemming met NSO, de uitvoering van het project te stoppen. NSO zal over de voortgang contact houden met de stichting NXTGEN HIGHTECH, het domeinconsortium Laser Satcom, en EZK.

Een optie is nog om de subsidie voor enkele toepassingsprojecten (vooral in het Semiconductor Equipment domein) te laten lopen via een call van EUREKA en het EU-partnership KDT, zie paragraaf 2.4.4. Dat zorgt voor Europese inbedding en extra subsidiebudget van de EU. Dit zal gaandeweg het programma met de betrokken projecten en domeinen worden bezien.

4.3.6 Open calls en aanbestedingen

NXTGEN HIGHTECH is opgebouwd door ruim 300 partners die samen projectvoorstellen hebben opgesteld die passen binnen het overall kader van verdieping, toepassing en het innovatie ecosysteem. Bij toekenning uit het Groeifonds kan EZK voor fase 1 (start medio 2022) subsidie toezeggen aan de stichting NXTGEN HIGHTECH, die de (penvoerders van de) NXTGEN HIGHTECH projecten contracteert.[164] Deze projecten kunnen dus snel van start. Voor het domein Laser Satcom kan EZK de subsidie via het Netherlands Space Office (NSO) door laten leiden naar ESA zoals gebruikelijk. Voor de verdiepingsprogramma's voor wetenschappelijk onderzoek worden ook open calls for proposals voorzien uit te voeren door NWO.

Voor fase 2 (start medio 2026) geldt dat de projecten de komende jaren nog verder ingevuld moeten worden (doelen en mijlpalen, deelnemers, activiteiten, kosten). De stichting NXTGEN HIGHTECH zorgt daarvoor; in dat proces is ook ruimte voor nieuwe partijen om toe te treden. EZK kan daarvoor de subsidie toezeggen aan de stichting NXTGEN HIGHTECH die opnieuw de (penvoerders van) de projecten contracteert.[165]

4.4 Niet structureel

NXTGEN HIGHTECH loopt van medio 2022 tot medio 2029. De budgetreeksen stoppen dan. Na afloop zetten de deelnemers hun activiteiten mogelijk in deelprojecten op eigen kosten voort. Bij afloop van het programma in 2029 zijn er:

- (Pilot) hightech equipment gerealiseerd in de toepassingspijler. Deze (pilot) hightech equipment is richting commercialisatie gebracht en kan direct op de markt gebracht worden, of vanuit pilot fase opgeschaald naar productie. Eventuele extra investeringen (TRL 8-9) zullen door het bedrijfsleven moeten worden gedekt; de investeringstafel speelt hier ook een rol bij.
- Met name onderzoeksresultaten gerealiseerd in de verdiepingspijler. Dit onderzoek is hoofdzakelijk vrij toegankelijk (zie ook 3.2.5 over IP rechten) en kan renderen volgens de geldende wegen.
- Fysieke locaties gerealiseerd in de toepassingspijler / ecosysteempijler. Een deel van de fysieke locaties sluit aan bij reeds bestaande (gesloten) locaties bij bedrijven ofwel bestaande open innovatielocaties. Voor dit deel van de locaties geldt dat de activiteiten binnen de lopende

[164] Een tussenstap is mogelijk waarbij EZK eerst nadere details van de projecten aan de stichting vraagt om de voorgenomen subsidie te kunnen toetsen op staatssteun (bijvoorbeeld: welke deelnemende bedrijven zijn klein, middelgroot, groot, wat zijn de mijlpalen, welke kostensoorten worden verwacht) alvorens de committering aan de stichting te kunnen doen.

[165] Als die projecten nog niet ver genoeg gedetailleerd mochten zijn, kan EZK ook overwegen een subsidieregeling NXTGEN HIGHTECH fase 2 op te stellen. Die regeling, uit te voeren door RVO, zou calls doen in 2026 waarop potentiële deelnemers hun projectvoorstellen kunnen indienen. Dit is een terugvaloptie.

samenwerkingsverbanden voortgezet kunnen worden en kunnen blijven renderen na 2029. Een ander deel van de locaties (specifiek Laser Satcom, biomedtech centrum) is nieuw. Voor deze locaties geldt dat:

  - De PolymerBio Production faciliteit wordt opgezet op de campus van en in samenwerking met de Universiteit Twente. In het verleden opgezette succesvolle faciliteiten zoals de High Tech Campus en NanoLab hebben goede blauwdrukken opgeleverd hoe een dergelijke faciliteit samen met private partijen kan worden opgezeten, (deels) door hen kan worden ingericht met apparatuur en/of door hen gebruikt kan worden voor productie(ontwikkeling). De komende 4 jaar (fase 1) wordt gebruikt om de exacte voorwaarden van een dergelijke faciliteit nader in kaart te brengen. Daarna kan inzage worden gegeven in de exacte verdeling van de kosten. De budgetreeks van het voorstel is terug te vinden in de bijlage. Exploitatie en beheer blijven in handen van de Universiteit Twente, ook na de 7 jaar.
  - Voor locaties in een aantal toepassingsprogramma's vinden gezamenlijk investeringen met regionale partijen plaats (bijv. Laser Satcom centre). Investeringen van het Groeifonds zijn afgestemd met regionale investeringen en zo geborgd in diverse programma's.

- Skills projecten gerealiseerd in de ecosysteempijler. Voor deze activiteiten geldt dat de effecten in principe in 2029 bereikt worden.
  - Het project Comprehensive Systems Engineering Education is geïnitieerd door Brainport Development, TNO-ESI, Holland Innovative, VDL ETG en TU/e. Het project wordt landelijk opgeschaald in samenwerking met de TU's en hogescholen met technische opleidingen, en marktpartijen (bedrijven en commerciële instituten). Brainport Development is gecommitteerd te werken aan de verzelfstandiging van het initiatief. Gedurende de looptijd van het project wordt met de betrokken partijen de business case ontwikkelt om (onderdelen van) het project duurzaam te borgen in reeds bestaande initiatieven of instituten in Nederland, zoals het (TU/e) High Tech Systems Center en commerciële trainingen van bijvoorbeeld Holland Innovative en TNO-ESI.
  - Binnen het Smart Capabilities Booster programma voorzien we dat de liaison capaciteit aan het eind van de periode op kan gaan in de HTSM/Smart Industry activiteiten van de betrokken ROM's. Binnen de school for Smart Industry wordt ondersteuning gevraagd voor het ontwikkelen van relevante modules en het initieel inrichten van de bijbehorende digitale infrastructuur. De exploitatiekosten moeten gedekt worden door de NXTGEN HIGHTECH partijen, die zullen deelnemen aan de modules. Hierbij wordt gekeken naar mogelijkheden van fondsen (A&O en OOM) en financiering vanuit het STAP budget voor branche brede certificering. Daarmee wordt het een duurzaam en zichzelf bedruipend systeem.
  - Er is ook een luik voorzien van NXTGEN HIGHTECH binnen het Katapult voorstel. Bij Katapult is een exit-strategie voorzien met een verdienmodel voor de investeringen ná afloop van het programma. Voor verdere details, zie dit voorstel.
- Voor de overige activiteiten (specifiek: verbindingsactiviteiten, internationaliseringsactiviteiten, roadmaps, KMO-regeling, investeringstafel) geldt dat deze flankerend zijn, ten behoeve van de versterking van het NXTGEN HIGHTECH ecosysteem en ondersteuning van de activiteiten primair in de toepassingspijler en secundair in de verdiepingspijler. Wanneer het programma stopt, zullen deze activiteiten ook stoppen.
- Het programmabureau zelf faciliteert de uitvoering van het programma en alle onderliggende projecten. Ook het programmabureau zal dan worden stopgezet.

In het algemeen: het is niet eenvoudig om zo ver vooruit te kijken, en zeker in deze turbulente wereld van hightech equipment waar technologie, waardeketens en (geo-) politiek grote rollen spelen. Maar te voorzien is dat de ecosystemen rondom hightech equipment in de domeinen en sleuteltechnologieën in 2029 over de volle breedte bijeen zijn gekomen, zodat onderzoekers, innovatoren en financiers elkaar weten te vinden, waar nodig samenwerken en in combinaties die nu nog lastig te voorspellen zijn. De bedrijven hebben, waar nodig met hulp van de financiers, sleutelposities in nieuwe waardeketens verworven. Het is bekend dat het omzetten van R&D resultaten in productie en opschaling 5 tot 10 keer meer kost dan de R&D alleen, zodat deze NXTGEN HIGHTECH impuls een veel grotere investering los kan trekken in nieuwe productieapparatuur. De sterkere ecosystemen en sterkere bedrijven kunnen dan op eigen kracht nieuwe uitdagingen aan. NXTGEN HIGHTECH heeft dan het doel bereikt. Er zijn geen doorlopende kosten voor de activiteiten.

5 Effectenanalyse

Bbp-effect

Het NXTGEN HIGHTECH programma is opgebouwd, geïnspireerd op de toekomstvisies van directeuren van Nederlandse hightechbedrijven en toonaangevende wetenschappers.[166] Op basis hiervan zijn in de afgelopen 1,5 jaar de toepassings- en verdiepingsprogramma's ontwikkeld (hoofdstuk 3) waaraan ruim 300 bedrijven hun deelname hebben toegezegd op basis van het marktperspectief. Tijdens de ontwikkeling van de plannen hebben de domeinconsortia de marktkansen onderbouwd.

Om het bbp-effect van het NXTGEN HIGHTECH programma te bepalen, en een onafhankelijke review te krijgen op de marktinschattingen van de domeinconsortia, is door McKinsey een uitgebreide internationale marktstudie en review uitgevoerd.[167] Deze studie heeft geleid tot bijstellingen in het projectportfolio en tot een vaststelling van het bbp-effect welke hieronder zal worden toegelicht.

5.1.1 Omvang van het structurele bbp-effect

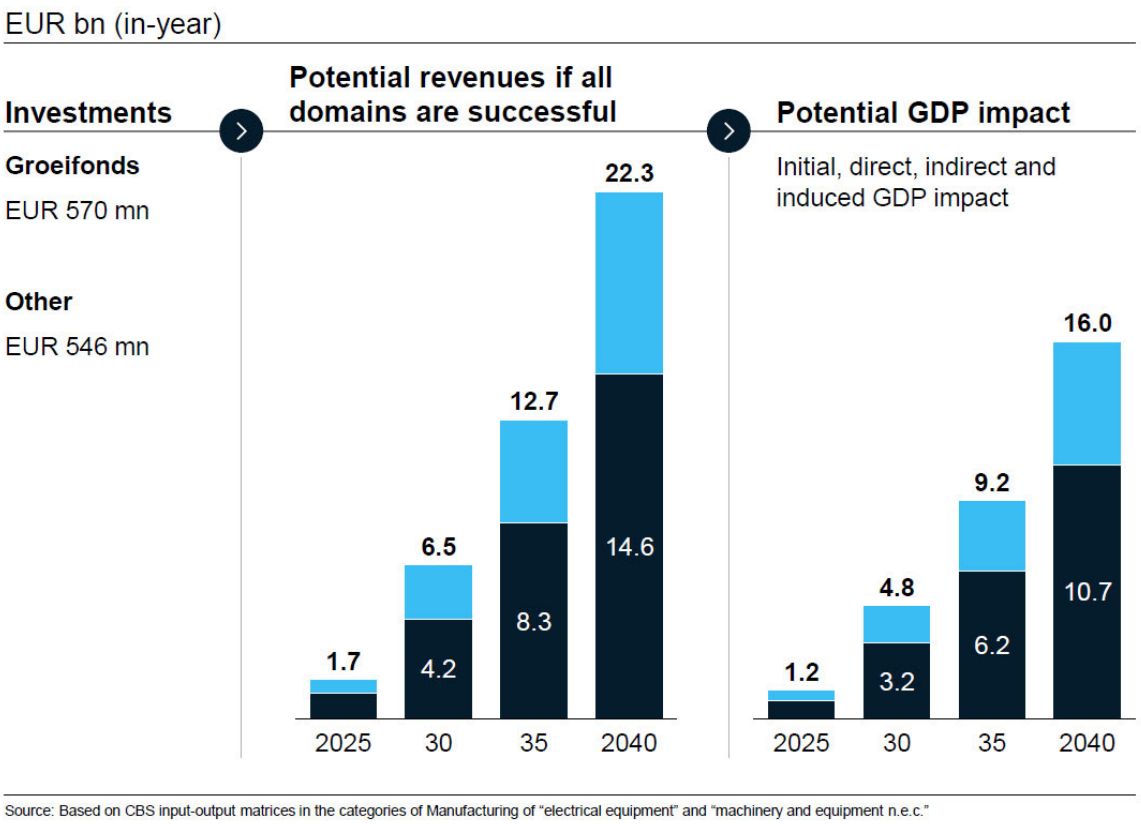
5.1.1.1 Overall uitkomsten

Het NXTGEN HIGHTECH programma, met een totale investering van € 1,2 miljard in hightech technologieontwikkeling en toepassing, zal in 2040 tussen de € 11 en 16 miljard/jaar extra bbp genereren als gevolg van deze investeringen[167]. Hierbij is meegenomen dat een investering in de hightech equipment sector extra input vereist van andere sectoren, zoals de grondstoffen industrie (waar geen investeringen plaatsvinden), en dat verhoogde output van de hightechsector op zichzelf weer leidt tot intermediaire inputs voor andere (groeiende) sectoren, zoals de dienstensector.

De aard van deze investering in de hightechindustrie is sterk op onderzoek en innovatie gericht, dus gericht op het lange termijn verdienvermogen van Nederland. Daarom zullen de verwachte opbrengsten in termen van extra gegenereerd bbp pas in de loop van de tijd effect sorteren. Voor organ-on-a-chip-technologie duurt het bijvoorbeeld ongeveer 15+ jaar om een in Nederland functionerende on-demand supply chain te hebben. Op andere gebieden zullen deelproducten van projecten echter al gedurende het programma beschikbaar komen en deze kunnen dan al eerder bijdragen aan groei in bbp-effecten. Figuur 17 geeft de verwachte potentiële inkomsten en bbp-impact voor de komende 20 jaar weer met in zwart de effecten in laag scenario en in blauwe de effecten in het hoogste scenario.

[166] Zie tekstbox 'Totstandkoming van het NXTGEN HIGHTECH programma', pagina 42

[167] "McKinsey, NXTGEN HIGHTECH: Market and impact assessment, National Growth fund, August 2021" conf.



Figuur 17 Potentiële bijdrage van het NXTGEN HIGHTECH programma aan de extra groei van het bruto nationaal product.

Het programma heeft het potentieel om in 2040 € 15-22 miljard/jaar aan inkomsten en € 11-16 miljard/jaar bbp voor de hightechindustrie te genereren. In 2030 is de verwachte impact van de NXTGEN HIGHTECH op het bbp tussen de € 3 en 5 miljard, terwijl het in 2035 tussen de € 6 en 9 miljard euro zou kunnen opleveren.

NB1: Het bbp-effect wordt berekend voor lage en hoge scenario's, die worden berekend op basis van attainable position (de potentieel haalbare positie) in een specifieke markt. Dit zal in sectie 5.1.1.4 nader worden toegelicht. De gepresenteerde bandbreedte in het bbp-effect is dus afgeleid van de bandbreedte van het marktomzet scenario.

NB2: De omvang van de investeringsmiddelen in het kader van het NXTGEN HIGHTECH programma, die in de McKinsey studie als uitgangspunt zijn genomen, wijken enige mate af van de omvang van het definitieve investeringsvoorstel. Gegeven de inherente onzekerheid die deze studie kenmerkt, en de beperkte afwijking, blijven de voorziene marktverwachtingen geldig. Idem voor de andere figuren. (Bron: McKinsey 2021).

5.1.1.2 Nul-scenario

Zoals in hoofdstuk 2 reeds is beschreven was de groei in toegevoegde waarde van de Nederlandse machine-industrie in de periode 1998-2017 ongeveer 4,4%, bovengemiddeld hoog ten opzichte van OECD. Deze groei was in de eerste periode (1998-2008) hoger dan in de tweede (2008-2017) nl. 5 respectievelijk 3%.[168]

Tot 2018 bracht het CBS de monitor Topsectoren uit, waarbij voor het gedeelte “vervaardiging van machines en apparaten” van de Topsector HTSM in 2016 165.000 mensen werkzaam waren, en welke een productiewaarde van 76 miljard euro had, ofwel 5,6% van het Nederlandse totaal, met in totaal 13.220 werkzame bedrijven.[169]

Voor de groei in het nul-scenario van de hightech equipment sector (“vervaardiging van machines en apparaten”) is daarom uitgegaan van 76 Mld. in het referentiejaar 2018, met vervolgens een groei van 3% per jaar (veronderstelt prijspeil 2021 exclusief inflatie, zie leidraad Groeifonds).

Toelichting: Zonder de impuls van het NXTGEN HIGHTECH programma zullen buitenlandse partijen sneller en meer succesvol control points in de beoogde nieuwe waardeketens verwerven. Dit speelt in elk van de zes domeinen. Bijvoorbeeld in laser communicatie via satellieten, waar onder meer Amerikaanse bedrijven hard aan werken. Nederlandse bedrijven kunnen daardoor niet op tijd de control points in de waardeketen verwerven en zullen geen onderscheidende positie opbouwen. Daarnaast zullen, zonder het NXTGEN HIGHTECH programma, investeerders meer afstand houden waardoor bedrijven onvoldoende kunnen investeren en opschalen, dan wel zakendoen met buitenlandse investeerders en/of eigenaren. Dat beperkt de beoogde bijdrage voor de Nederlandse samenleving.

[168] Zie pagina 26 en 27 rapport Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief – Update analyse TNO Topical paper (2015), 15 oktober 2020, Auteur(s) Thijmen van Bree, Marcel de Heide

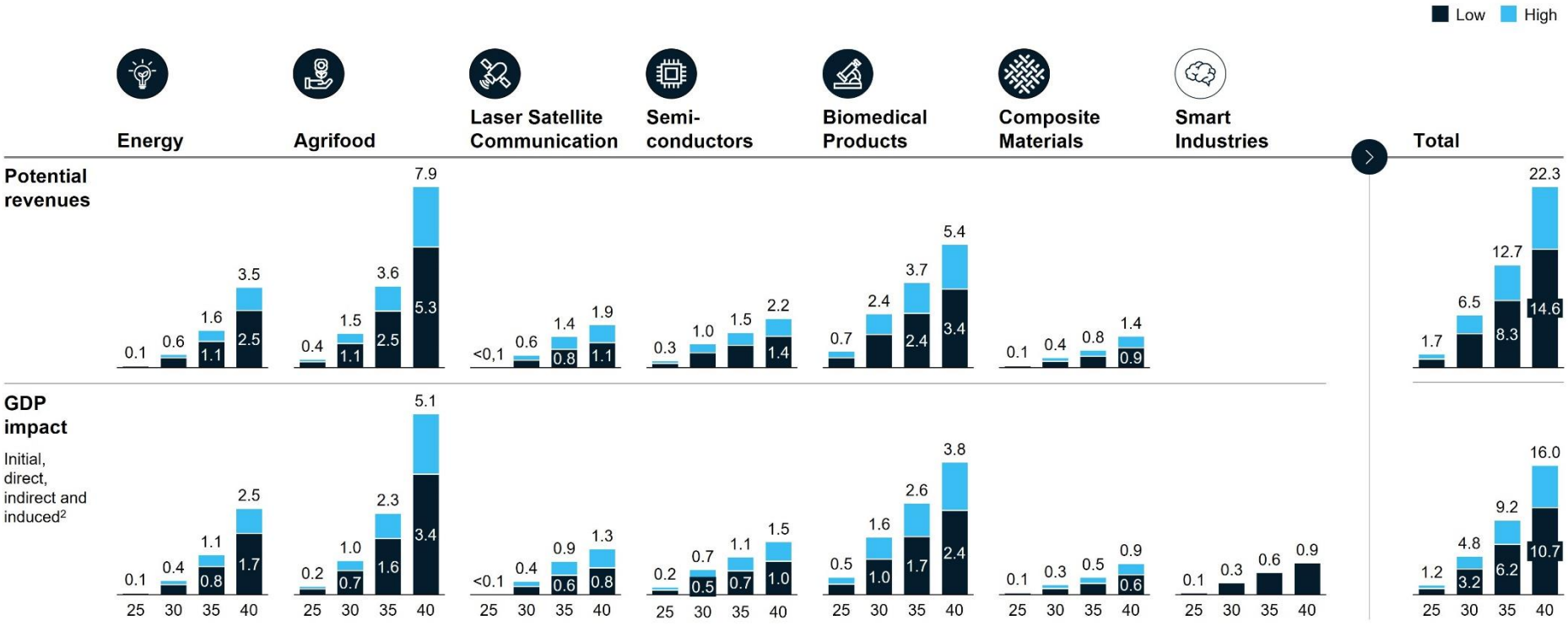
[169] Monitor topsectoren 2018, CBS. https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2018/41/monitor-topsectoren-2018

5.1.1.3 *Nadere onderbouwing van het bbp-effect per domein*

Tabel 41 beschrijft de totale investering en het extra bbp-effect op lange termijn per investeringsgebied. Die bedragen zijn in juli 2021 geschat ten behoeve van McKinsey en liggen circa 10% lager dan in het uiteindelijke Groeifondsvoorstel. Op een meer uitgesplitst niveau zullen de effecten van NXTGEN HIGHTECH naar verwachting tussen € 0,01 en 0,5 miljard genereren in 2025, afhankelijk van het domein. Investeringen in Handsfree Agrifood en Biomedische productietechnologie zullen naar verwachting de grootste impact op het bbp genereren vanwege de grootst marktkansen in deze domeinen.

Tabel 41 Investering, bijdrage Groeifonds, het voorziene bbp-effect

Investeringsgebied	Totale investering, mln. EUR	Gevraagde bijdrage Groeifonds, mln. EUR	Investerings-periode	Bbp-effect in 2025, miljard EUR/jaar	Bbp-effect in 2040, miljard EUR/jaar
Biomedische productietechnologie	156	92	2022 – 2027	0,3 – 0,5	2,4 – 3,8
Semiconductor Equipment	187	95	2022 – 2027	0,1 – 0,2	1 – 1,5
Laser Satcom	175	85	2022 – 2027	0,01 – 0,02	0,7 – 1,3
Flexibele microfabrieken voor composieten	103	68	2022 – 2027	0,05 – 0,09	0,5 – 8,9
Handsfree Agrifood	188	96	2022 – 2027	0,1 – 0,2	3,4 – 5,1
Productieapparatuur voor Energieopslag en -conversie	116	76	2022 – 2027	0,05 – 0,07	1,7 – 2,5
Smart Industry (Verdiepingsprogramma)	141	69	2022 – 2027	0,05	0,9
Totaal	**1066**	**581**	**2022 – 2027**	**EUR 770 – 1195 mln.**	**10,7 – 15,9**



1. Based on CBS input-output matrices in the categories of Manufacturing of "electrical equipment" and "machinery and equipment n.e.c."
2. Initial: Contribution of the sector through its direct operations, Direct: Contribution of the first level of (immediate) suppliers of the specific sector, Indirect: Contribution of suppliers of suppliers of the specific sector, Induced: Contribution of spending by employees employed directly and indirectly by sector and its suppliers

Figuur 18 Potentiële inkomsten en bbp-impact gegenereerd per domein, in miljard EUR/jaar

Het bbp-effect zoals dat in Figuur 18 is gepresenteerd wordt tot stand gebracht door de activiteiten die worden uitgevoerd in de verschillende domeinen en door de spill-over effecten die ontstaan tussen de domeinen.

In onderstaande tabellen worden deze bbp-effecten nader toegelicht aan de hand van de specifieke invulling per domein. Deze toelichting is gebaseerd op de projectvoorstellen (niet beschikbaar in de korte versie van dit voorstel) en de McKinsey analyse.[170]

Het toepassingsprogramma **Productieapparatuur voor energieopslag en -conversie** is strategisch het sterkst gepositioneerd voor electrolyse, gevolgd door toepassing van plasmolyse, kansrijk i.v.m. een lokale aanbods- en vraagkant, en hooggespecialiseerde productiemachines voor batterij-componenten. In totaal draagt het naar verwachting van McKinsey in 2040 3-4 miljard euro bij aan de totale potentiële inkomsten.

*Tabel 42 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Energieopslag en -conversie** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Energieopslag en -conversie
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• Vermindering van de uitstoot van broeikasgassen van transport, huishoudens en (chemische) industrie door een groene, efficiënte en aantrekkelijke weg naar waterstof
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	OEM'S/OMM's creëren op het gebied van: 1. Elektrolyzers 2. Plasmolyse 3. Batterijen
Benodigde investering	EUR 116 mln, waarvan EUR 75 mln. vanuit het Groeifonds.
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	OEM-mogelijkheden bouwen rondom: 1. elektrolyzers, voornamelijk rond apparatuur voor productielijnen (voor MEA en Stacks) en fabricage van elektrolyzers 2. plasma en modulaire reactoren om af te tappen 3. (3D) solid-state batterijen en siliciumanoden
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	Het betreft productietechnologie voor componenten in het hard van een electrolyser, op basis van front-end (dunne-film) en back-end (assembly) processen, waarbij in de ontwikkeling gebruik gemaakt wordt van methodieken uit smart industry en systems engineering.
Potentiële marktpositie	Top 3 voor electrolyse, Nr 1 voor plasmolyse , Top 10 voor batterijen

[170] "McKinsey, NXTGEN HIGHTECH: Market and impact assessment, National Growth fund, August 2021" conf.

Het toepassingsprogramma **Handsfree Agrifood** draagt naar verwachting van McKinsey in 2040 5-8 miljard euro bij, voornamelijk in enkele veelbelovende innovaties in 'handsfree' robotisering van kassen en voedselverwerking, met mogelijk breder gebruik van deze innovaties in aangrenzende agrifood-toepassingen.

*Tabel 43 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Handsfree Agrifood** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Handsfree Agrifood
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• De wereldwijde vraag naar voedsel zal tussen 2000 en 2050 met ongeveer 70% groeien als gevolg van een groeiende wereldbevolking en toenemende welvaart • De groei van de voedselvoorziening wordt beperkt door een tekort aan natuurlijke hulpbronnen (water en land) en arbeid • Landbouw is verantwoordelijk voor ongeveer 27% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen, die aanzienlijk moet worden verminderd om het klimaatakkoord van Parijs te bereiken
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	• Automatisering of robotisering om teelt, oogst en verwerking slim te maken en tegelijkertijd te beschermen tegen mogelijk toekomstig tekort aan arbeidskrachten • Intelligentie en sensoren om gewasverliezen als gevolg van ziekten, plagen en voedingstekorten te verminderen en zo de productiviteit van het land te verhogen • Disruptieve technologie, zoals plasma, om een duurzamer alternatief voor organische mest te bieden
Benodigde investering	EUR 187 mln tot 2027, waarvan 96 mln vanuit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	Bouwen aan hightech OEM-mogelijkheden voor handsfree a. Open teelt/veeteelt b. Kassen c. Voedselverwerking
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• Onafhankelijke autonome systemen • Automatisering en robotica voor het plukken van gewassen, zoals tomaat in de kas. • Voedselverwerking, verwerking en verpakking • Monitoring van ziekten en plagen • Disruptieve technologie: plasmatechnologie als duurzamere vervanger van organische mest en ontsmettingsmiddel Het domein gebruikt daarnaast cases binnen de innovatiepakketten, die zowel flagshipprojecten ondersteunen als hun reikwijdte uitbreiden naar aangrenzende domeinen
Potentiële marktpositie	Top 3-5 positie in de meeste kansen vanwege: • Leidende positie in agritech en nauw verbonden ecosysteem in NG-HT-consortium • Sterke exportpositie als tweede grootste exporteur van agrarische voedingsproducten • Belangrijke locatie voor veel van 's werelds toonaangevende Agri & Food-bedrijven

Het toepassingsprogramma **Flexibele microfabrieken voor composieten** ontwikkelt een unieke set flexibele productielijnen die een doorbraak kunnen zijn in verwerkingsstappen die nog steeds

grotendeels handmatig zijn. Samen draagt dit domein naar verwachting van McKinsey in 2040 0,9-1,4 miljard euro bij aan potentiële inkomsten.

*Tabel 44 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Flexibele microfabrieken voor composieten** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Flexibele microfabrieken voor composieten
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• Momenteel is het fabricageproces van composietmaterialen relatief handmatig, afgestemd op specifieke behoeften en materialen, en dus niet erg flexibel. • OEM's/OMM's hebben daardoor te maken met een versnipperd landschap van leveranciers, wat lastig is in een markt waarin veiligheidsnormen voor materialen centraal staan (bijv. ruimtevaart) • Slechts enkele toonaangevende spelers op het gebied van composietmachines hebben de nodige R&D-uitgaven om flexibele productieoplossingen te ontwikkelen
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	Ontwikkeling van een digitaal productieplatform op basis van geïntegreerde werkstromen, een softwareplatform en algoritmen waarin de verwerkingskennis is ingebed en die de machine- en procesinvoer on-the-fly genereert. End-2-end oplossingen voor het ontwikkelen en recyclen van composieten.
Benodigde investering	EUR 103 mln., waarvan EUR 68 mln. vanuit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	• Flexibele productie • Recyclingapparatuur
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• "Digitale micro-factory voor composiet in E-mobility" concentreert zich op medium tot hoog-volume productie en korte time-to-market, zoals nodig voor automotive en meer in de breedte e-mobility. Dit project omvat ook recycling equipment welke ontwikkeld wordt om de productie en gebruik zoveel mogelijk circulair te verduurzamen, • "Digitale composiet automatisering voor duurzame luchtvaart" richt zich richt op flexibele automatisering voor toepassing in de aerospace industrie en kenmerkt zich door kleinere series in een hoge mix.
Potentiële marktpositie	Top 5 door heldere en geïntegreerde waardepropositie.

Het toepassingsprogramma **Laser Satcom** draagt naar verwachting van McKinsey in 2040 1-2 miljard euro bij in een opkomende markt waarin het consortium goed gepositioneerd is dankzij sterke OEM samenwerkingsverbanden en banden met het landschap van eindgebruikers, met name in de satelliet-naar-vliegtuig- en scheepscommunicatie.

*Tabel 45 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Laser Satcom** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomeinen	Laser Satcom
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• Er is een groeiende behoefte aan draadloze laser communicatie technologie in verschillende domeinen (ruimte, op Aarde, zee en lucht). • Er is een technologie shift gaande in de communicatiemarkt (snel, draadlos, grote opslag, veilig) waar optomechatronica competenties in Nederland bij passen. • Er ontstaat behoefte aan serieproductie van deze systemen. • De vraag naar digitale veiligheid is exponentieel
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	1. Optische laserterminals vormen een gemeenschappelijke technologiemodule voor verschillende gebruikssituaties met betrekking tot punt-naar-punt-communicatie. 2. Veilige communicatie met voldoende capaciteit op wereldschaal is essentieel voor globalisering. 3. Optische communicatie is intrinsiek duurzamer dan radio communicatie doordat er gerichtere bundels worden verstuurd en er dus minder energie zijn doel 'mist'.
Benodigde investering	EUR 175 mln, waarvan 85 mln vanuit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	Een Nederlands ecosysteem bouwen voor draadloze laser communicatie producten en diensten en verwerven van sterke posities in de internationale waardeketens.
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• Gemeenschappelijk technologieplatform • Vliegtuig & schip naar satelliet • Grond-tot-grond • Intersatelliet • Grond – naar satelliet • Deep space
Potentiële marktpositie	• Vliegtuig & schip naar satelliet – Nr 1 • Grond-tot-grond – Top 10 • Intersatelliet – Top3 • Grond – naar satelliet – Nr 1 • Deep space – Top 3

Het toepassingsprogramma **Semiconductor Equipment** draagt naar verwachting van McKinsey in 2040 1-2 miljard euro bij door nieuwe snelgroeiende gebieden voor de markten voor geïntegreerde schakelingen te betreden: fotonisch geïntegreerde schakelingen en system-in-packages en door te innoveren in de gevestigde pick-and-place-markt.

*Tabel 46 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Semiconductor Equipment** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Semiconductor Equipment
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• De wet van Moore blijft van vitaal belang, maar er zijn nieuwe ontwerpbenaderingen nodig om de prestatiewinst in hetzelfde tempo te behouden • complexe waardeketens met grote kwetsbaarheden • Strategische toepassingen (zoals 5G infrastructuur en militaire systemen) en gehele bedrijfssectoren (zoals de automobielindustrie in Duitsland) zijn afhankelijk van deze chips. • De productie van geavanceerde chips naar Europa halen is duur, complex en een proces van de lange adem.
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	Heterogene integratie 1. Heterogene integratie is één ontwerpbenadering door de integratie van meerdere componenten in een enkel systeem, wat de verdere groei van System in Packages zou kunnen ondersteunen en Photonic Integrated Circuits mogelijk zou maken 2. Door te focussen op back-end, vult het consortium het huidige Nederlandse landschap van halfgeleider (front-end) apparatuur aan, evenals de schaalvergrotingsambities van fotonische geïntegreerde schakelingen 1. Fotonica biedt nieuwe kansen voor traditionele IC's met een waardevoorstel van hoge bandbreedte en hoog vermogen (ten koste van omvang en brede beschikbaarheid)
Benodigde investering	EUR 187 mln, waarvan 95 mln vanuit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	• Software- en elektronicaplatforms voor systeemengineering • Optomechatronische systeemarchitecturen en methodologieën • Depositie- en printtechnologie
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• (Nano) metrologische systemen • Next Generation High Tech System-architecturen • Depositie en afdrukken voor heterogene assemblage • Optiek opleiding in NL • NXTGEN-chipassemblageapparatuur • Kulicke & Soffa Odin - pick & place voor geavanceerde verpakking en opbouwmontage • NXTGEN geavanceerde geïntegreerde fotonica verpakkingsapparatuur • Procesoptimalisatie voor hoge TRL & hoge MRL PLD • Assemblage- en verpakkingsapparatuur voor hoogvolume PIC-productie
Potentiële marktpositie	Top 5 voor fotonische geïntegreerde schakelingen, Top 10 voor system-in-package, Pick & Place en Die bonding.

Het toepassingsprogramma **Biomedische productietechnologie** ontwikkelt een unieke strategie van één geïntegreerde supply chain voor enkele zeer complexe toepassingen in diagnostiek, medicijntesten en behandeling, waarbij Nederland sterk gepositioneerd is in meerdere technologie-toepassingscombinaties (o.a. kunstnieren, stamcelreactoren). In totaal kan dit naar verwachting van McKinsey in 2040 3-5 miljard euro bijdragen aan inkomsten in 2040.

Onderbouwing:

*Tabel 47 Toelichting hoe het toepassingsprogramma **Biomedische productietechnologie** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Biomedische productietechnologie
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• Gebruik van op mensen gebaseerde cel- en weefselsystemen voor effectieve gepersonaliseerde en/of regeneratieve diagnostiek, medicijntesten en curatieve behandeling • Analoog aan de elektronische industrie, wordt in de toekomst voorzien in een hightech supply chain die op schaal gestandaardiseerde bouwstenen kan creëren en integreren om een veelvoud aan oplossingen te realiseren
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	Het NG-HT-consortium bouwt een geïntegreerde toeleveringsketen met productieapparatuur en -processen die de productie van biotechnologische oplossingen van de volgende generatie mogelijk maken • Hoogvolume productie van Lab-on-a-Chip inclusief bio-functionalisatie van (fotonische) sensoren en verpakking van biosensoren voor integratie, multi-interface assemblage en integratie • Hoogvolume productie van Organ-on-a-Chip inclusief productie van biomaterialen, integratie van sensoren in 3D-weefselomgevingen, integratie van modulaire microfluïdische platforms • Hoogvolume productie van kunstmatige weefsels en organen, inclusief nano-apparatuur, oplosmiddelmaterialen, draadloze (in vivo) communicatie • Hoogvolume productie van celproductieapparatuur, inclusief multi-biosensorsysteem, online microfluïdische metingen en meting van door cellen uitgescheiden factoren
Benodigde investering	EUR 156 mln., waarvan 92 mln. Vanuit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	Het bouwen en ontwikkelen van biomedische producten: • One-stop-shop als key enabler voor gemeenschappelijk programma • Lab-on-a-chip • Organ-on-a-chip • Kunstmatige weefsels en organen • Apparatuur voor celproductie
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• Vroege oncologische detector, LIF-biochip voor op CRISPR/Cas gebaseerde sensor • aMZI-biochip voor biomarkers voor dierziekten • Heart-on-Chip-model • Skelet-Muscle-on-Chip-systeem • ADME-on-Chip, als voorbeeld van een microfluïdische chip met meerdere organen • (Wearable) dialysesysteem • Intelligente stent en hartklep • Deep Brain stimulation • HEK celbioreactor • hiPSC-bioreactor
Potentiële marktpositie	Top 1 voor Kunstmatig weefsel (Nier), Top 3 voor Organ-on-a-chip, Top 5 voor Celproductieapparatuur (stamcellen), Top 10 voor Kunstmatig weefsel (anders dan Nier) en Lab-on-a-chip en Celproductieapparatuur (anders dan stamcellen)

De systeemtechnologie **Smart Industry** heeft als doel de nieuwste standaarden in de maakindustrie naar het Nederlandse MKB te brengen via pilotfabriekslijnen, supply chain-platforms en onderwijs, die naar verwachting van McKinsey in 2040 0,9 miljard euro zullen bijdragen aan het bbp voornamelijk door verhoging van de productiviteit in het MKB. Smart Industry speelt een sleutelrol in alle zes toepassingsdomeinen binnen NXTGEN HIGHTECH. De essentie van Smart Industry is dat de maakindustrie in Nederland wordt getransformeerd naar een industrie 4.0 niveau om internationaal competitief te blijven en zicht te houden op technologie- en productiesoevereiniteit en verdienvermogen.

*Tabel 48 Toelichting hoe de systeemtechnologie **Smart Industry** de betreffende markt zal ontwikkelen resulterend in de bijbehorende impact op het bbp*

Investeringsdomein	Smart Industry – verdiepingsprogramma en systeemtechnologie
Uitdagingen die NXTGEN HIGHTECH adresseert	• Ontwikkeling van een digitaal productieplatform op basis van geïntegreerde werkstromen, een softwareplatform en algoritmen waarin de verwerkingskennis is ingebed en die de machine- en procesinvoer on-the-fly genereert
Hoe NXTGEN HIGHTECH de uitdagingen binnen het domein zal aanpakken?	• Pilotfabriekslijnen die de productie optimaliseren van complexe sleuteltechnologieën die nodig zijn in de 6 NG-HT-domeinen (bijv. satelliet) • Industrie 4.0-enablers zoals digitale platforms voor tier 1- en 2-leveranciers om hun toeleveringsketens te integreren voor meer flexibiliteit en kortere responstijden • Capaciteitsopbouw om kmo's te helpen bij het innoveren van hun technologieplatforms en bij het ontwikkelen van hun processen en organisatie om ervoor te zorgen dat ze smart industrieprincipes is ook duurzaam
Benodigde investering	EUR 141 mln, waarvan EUR 69 mln. uit het Groeifonds
Het doel van de investering, subdomeinen van de investering	De nieuwste standaarden in de productie naar het Nederlandse mkb-apparatuur te brengen via pilotfabriekslijnen, supply chain-platforms en onderwijs. Vooruitgang in AI en IoT brengt de 4e industriële revolutie op gang: volledig geautomatiseerde en zelfoptimaliserende productie
Projecten en of demonstrators die worden gebruikt voor marktbeoordeling	• Efficiënt en bewezen Zero defect - NXT GEN robotproductie Zero Defect Robotic Fabricage van unieke producten met een constante kwaliteit, gebruikmakend van een volledig gecontroleerd en beoordeeld proces • NXT GEN Smart Supply Netwerk Een productienetwerk van flexibele fabrieken die in staat zijn om hoge kwaliteit, lage volumeproducten ten koste van massaproductie
Potentiële marktpositie	n/a

5.1.1.4 Toelichting op de gevolgde methodiek

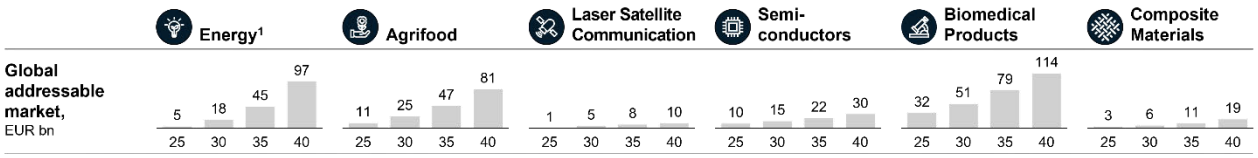
Literatuur ondersteunt het idee dat R&D-uitgaven in de industrie een van de belangrijkste factoren zijn bij het verklaren van de groei van de output of de totale factor productiviteit.[171] Ze bevestigen de significant positieve relatie tussen investeringen in het genereren van nieuwe technologieën en economisch rendement.[172] Het systematisch meten van het rendement op investeringen in wetenschap, technologie en innovatie (WTI) is uiterst complex.[173] Over het algemeen vormen R&D-investeringen een input voor een innovatieproces met onzekere outputs. Daarom is er geen standaard vermenigvuldigingscijfer toegepast om de impact van dergelijke investeringen op de economie te berekenen. Ook is er geen top-downbenadering gebruikt om een schatting te maken van de impact van de investeringen in NXTGEN HIGHTECH op het bbp. In plaats daarvan is het impact-onderzoek gebaseerd op schattingen van de marktomvang van individuele markten van elk domein (McKinsey 2021[174]).

De schatting van potentieel te verwerven marktomvang door Nederlandse bedrijven en de effecten op het bbp is een oefening die onzekerheid met zich meebrengt. Veel van de markten waar verschillende programma's van het NXTGEN HIGHTECH-programma op gericht zijn, zijn nog in ontwikkeling, waardoor de schattingen gevoelig kunnen zijn voor aannames. In de meeste gevallen is de definitieve oplossing en de exacte omvang van de markt nog niet duidelijk, zoals in biomedische toepassingen. Ook is er onzekerheid m.b.t. de executie door de betrokken instituten en bedrijven. Dit alles leidt tot onzekerheid in de te behalen resultaten.

Om hier zo goed mogelijk aan tegemoet te komen is de volgende aanpak gevolgd.

Het bbp-effect wordt afgeleid op basis van:

1. De ontwikkelingen in markten en waardeketens die met dit programma worden beoogd. De omvang van deze markten is bepaald op basis van openbare bronnen en expertkennis. Dit heeft geleid tot de volgende resultaten zoals gepresenteerd in Figuur 19.



Figuur 19 Wereldwijde, potentieel bereikbare markt, McKinsey (2021)

[171] Falk, M. (2007), R&D spending in the high-tech sector and economic growth, Research in Economics, Volume 61, Issue 3, 2007, Pages 140-147, ISSN 1090-9443, https://doi.org/10.1016/j.rie.2007.05.002.

[172] Stucki, T., Woerter, M. (2019) The private returns to knowledge: A comparison of ICT, biotechnologies, nanotechnologies, and green technologies - ScienceDirect, Volume 145, 2019, Pages 62-81, ISSN 0040-1625, https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.011.

[173] Elk, R. van, B. ter Weel, K. van der Wiel en B. Wouterse, 2019, Estimating the returns to public R&D Investments: Evidence from production function models, De Economist, vol. 167: 45-87.

[174] "McKinsey, NXTGEN HIGHTECH: Market and impact assessment, National Growth fund, August 2021" conf.

2. Potentieel te verwerven posities in deze nieuwe waardeketens zijn beoordeeld door evaluatie van de marktdynamiek en sterktes van de Nederlandse consortia op basis van expertkennis.[175] Dit heeft geleid tot een inschatting per projectportfolio van de *attainable position* (= potentieel haalbare marktpositie) .

Tabel 49 Potentiële positie per (sub)domein

Investering per (sub)domein	Potentiële positie in NL	Potentiële positie in de EU	Potentiële positie wereldwijd
Energieopslag en -conversie			
• **Electrolyzers**	Top 3	Top 10	Buiten top 10
• **Plasmolyse**	Nr. 1	Top 3	Top 5
• **Batterijen**[176]		Top 10	Top 10
Handsfree Agrifood			
• **Brand independent autonomous platforms**	Top 5	Top 10	Buiten top 10
• **Robotics picking & harvesting**[177]	Nr. 1	Top 3	Top 3
• **Autonomous food processing & packaging**	Top 3	Top 5	Top 5
• **Autonomous peet & disease monitoring**	Top 3	Top 10	Buiten top 10
• **Disruptive technology / plasma**	Nr.1	Top 3	Top 5
Laser Satcom			
• **Airplane & ship to satellite**		Nr. 1	Top 3
• **Ground-to-ground**		Top 10	Top 10
• **Inter-satellite**		Top 3	Top 10
• **Ground-to-satellite**		Nr. 1	Top 3
• **Deep space**		Top 3	Top 5
Biomedische productietechnologie			

[175] Hiervoor zijn experts uit de 6 domeinen benaderd.

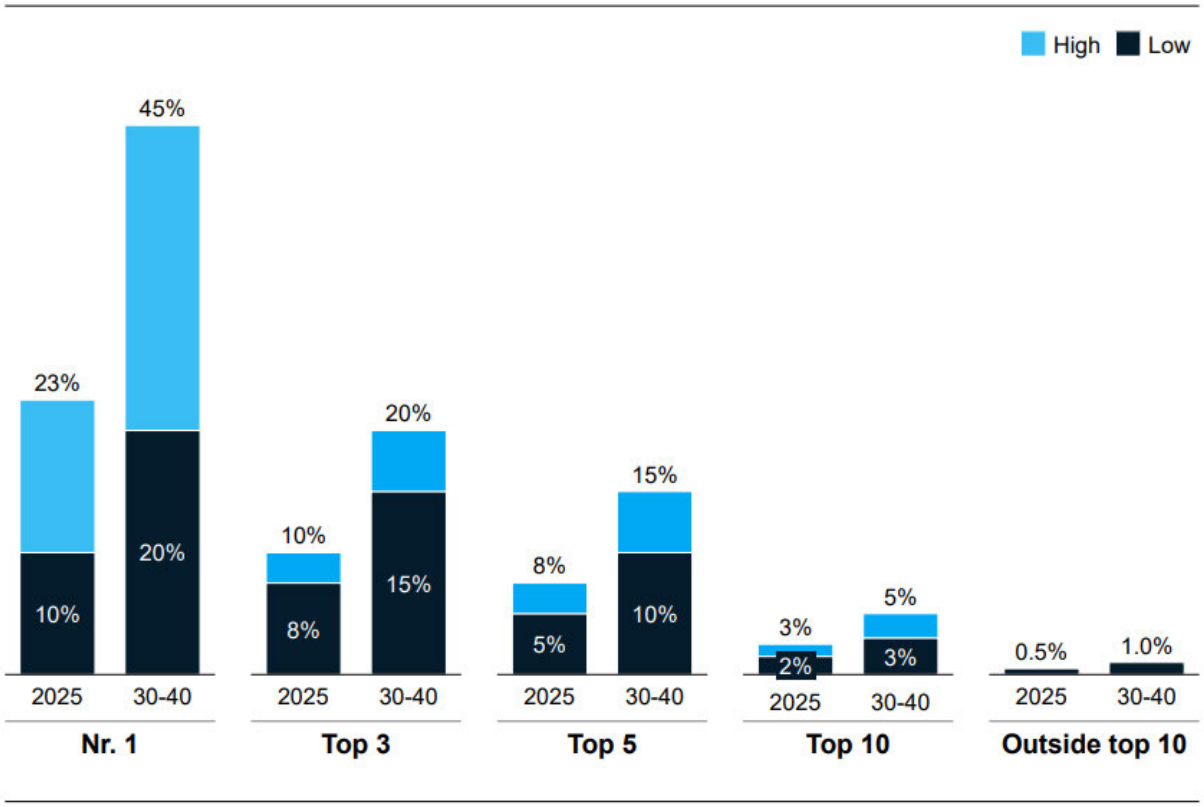
[176] Exclusief fabricage van batterijen en anodes, inclusief hun apparatuur.

[177] Instap in tomaten vanaf 2025, paprika's vanaf 2030, komkommers vanaf 2035

• **Lab-on-a-chip**		Top 10	Top 10
• **Organ-on-a chip**		Top 3	Top 10
• **Artificial tissue**		Nier: Nr. 1; Anderen: Top 10	Nier: Top 5; Anderen: Buiten top 10
• **Cell production equipment**		Stem cells: Top 5; Anderen: Top 10	Top 10
Semiconductor equipment			
• **Back-end & metrology for heterogeneous integration**	N/A	N/A	Photonic-integrated-circuits: Top 5 System-in-Package: Top 10
• **Next generation pick & place and bonding**	N/A	N/A	Pick & Place: Top 10 Die bonding: Top 10
Flexibele microfabrieken voor composieten			
• **Flexible manufacturing**		Top 5	Top 10
• **Recycling equipment**		Top 5	Top 5

Verwachte inkomsten werden geschat op basis van archetype marktaandeelscenario's die overeenkomen met de attainable positions.

3. Figuur 20 een overzicht van gehanteerde aannames per potentieel haalbare positie en het daarbij behorende omzetaandeel. Als bijvoorbeeld in een bepaald subdomein naar verwachting een nummer 1 positie in de markt bereikt zou worden, dan wordt aangenomen dat het consortium in 2025 een marktaandeel van 10% zou kunnen hebben in termen van omzet in het lage scenario en 23% in het hoge scenario.



Figuur 20 Aannames over het aandeel van de potentieel bereikbare markt dat behaald zou kunnen worden per laag en hoog scenario (McKinsey 2021)

4. Inkomsten werden omgerekend naar bbp-impact door gebruik te maken van een model van CBS-gebaseerde input-output-matrices.[178] Aangenomen is dat de structuur van de economie in 2025, 2030, 2035 en 2040 hetzelfde blijft als nu.[179] Daarom is aangenomen dat de berekende multiplicatoren gelijk zijn voor 2025, 2030, 2035 en 2040. Voor elk domein wordt de bbp-impact als gevolg van de totale investering afzonderlijk berekend. Extra omzet in een nieuwe markt draagt niet in zijn geheel bij aan het bbp. Meegenomen zijn de vier effecten: 1) Initiële contributie: impact op bbp vanuit de directe operaties. 2) Directe contributie: 1e niveau leveranciers (in Nederland). 3) Indirecte contributie: 2e niveau leveranciers (in Nederland). 4) Geïnduceerd: uitgaven van werknemers in en buiten de sector. De som van dergelijke individuele effecten is de geaggregeerde impact die wordt verwacht van NXTGEN HIGHTECH. De berekening voor Smart industry is gedaan op basis van input-outputmatrices.

[178] Based on CBS input-output matrices in the categories of Manufacturing of electrical equipment for Energy, Laser Satcom, Biotechnology, Semiconductor equipment, and Machinery and equipment n.e.c. for Agrifood and Composite material equipment. The calculated effects were split between initial, direct, indirect and induced GDP impact. The calculated GDP multipliers for manufacture of electrical equipment are: 0,4 (initial), 0,13 (direct), 0,06 (indirect), 0,11 (induced); for manufacture of machinery and equipment n.e.c are: 0,37 (initial), 0,12 (direct), 0,06 (indirect), 0,1 (induced).

[179] Today refers to the latest available data of input-output matrixes at the moment McKinsey (2021) was conducted.

5.1.1.5 Conclusie omvang van het structurele bbp-effect

In bovenstaande analyse is onderbouwt dat de investering van € 1,2 mld in het NXTGEN HIGHTECH programma, in 2040 tussen de € 11 en 16 mld extra bbp per jaar zal genereren in vergelijking met de situatie zonder deze investering. Als voor het nul-scenario een groei van 3% wordt verondersteld (prijspeil 2021) zou de hightech sector in 2040 gegroeid zijn tot 145 mld De extra bbp-groei ten gevolge van het NXTGEN HIGHTECH programma van 11 tot 16 mld. per jaar zou daarmee een extra groei van 7% tot 11% van de hightech sector betekenen. Wat globaal neerkomt op drie- tot vier keer zoveel groei van de sector, in vergelijking met de situatie zonder de Groeifondsimpuls.

Gegeven de inherente onzekerheid van deze modelberekening (de toekomst is immers lastig te voorspellen) zijn enkele nuanceringen op zijn plaats. Mogelijk is de inschatting van het structurele bbp-effect te optimistisch. Zo zijn er bijvoorbeeld veel aanwijzingen dat de betrokken bedrijven extra private investeringen gaan doen n.a.v. het Groeifondsimpuls in het NXTGEN HIGHTECH programma, maar kan anderzijds ook niet worden uitgesloten dat een deel van deze private investeringen zonder het programma ook zouden plaatsvinden en tot extra groei kunnen leiden. Ook is er een reële kans dat niet alle innovatie-initiatieven in het NXTGEN HIGHTECH de eindstreep halen, waardoor niet alle domeinen de beoogde groei gaan realiseren. Hier staat tegenover dat het structurele bbp-effect ook te pessimistisch ingeschat kan zijn. Zo zal de samenhangende en ecosysteem brede inzet van het NXTGEN HIGHTECH programma ook tot extra spill-over effecten in het ecosysteem leiden (denk aan kennisdeling en nieuwe bedrijvigheid op onverwachtse onderwerpen) die nu niet zijn te voorzien. Het ontbreekt op dit moment aan goede modellen om deze 'ecosysteem-effecten' te kunnen voorspellen. Onderzoek laat zien dat het modelleren van deze effecten onder meer belemmerd wordt door het feit dat onderzoek en innovatie ecosystemen niet eenduidig van elkaar te onderscheiden zijn, omdat ze vaak overlappen en genest zijn.[180]

Alles overziende kan worden gesteld dat het NXTGEN HIGHTECH programma, met in achtneming van de onzekerheid die innovatie per definitie kenmerkt, een substantiële bijdrage zal leveren aan het lange termijn verdienvermogen van Nederland.

5.1.2 Omvang incidentele bbp-effect

Er is slechts beperkt sprake van een incidenteel (korte-termijn) bbp-effect ten gevolge van het NXTGEN HIGHTECH programma. Een groot deel van het budget betreft R&D&I activiteiten die leiden tot tijdelijke werkgelegenheid (1500 fte p.j.) inclusief ondersteunende diensten. Een deel van het budget wordt geïnvesteerd in onderzoek infrastructuur wat leidt tot bouw-, productie- en inkoopactiviteiten. Om die reden is het niet kwantitatief in kaart gebracht. De investering in de activiteiten binnen het programma beogen langdurige groei van het verdienvermogen door blijvende groei in bedrijvigheid en door het behouden van een toekomstige concurrentiepositie.

[180] https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2020/11/Dialogic-Onderzoeks-en-innovatie-ecosystemen-in-Nederland-2020.pdf

5.1.3 Externe onzekerheden

Ondanks de monitoring, inzet op ecosysteem en tussentijdse evaluaties zijn er een aantal externe onzekerheden en risico's die buiten de directe invloedsfeer van het programma vallen. Deze zijn beschreven in sectie 2.4.5. Plan specifieke risico's (Zie hiervoor ook Tabel 31 in sectie 3.2.4) zijn hier niet meegenomen. Deze zullen worden beperkt via mitigerende maatregelen. Onderstaande tabel (Tabel 50) geeft een overzicht van mogelijke externe risico's en onzekerheden die kunnen resulteren in een vermindering van het beschreven bbp-effect.

Tabel 50 Externe onzekerheden en risico's resulterend in vermindering van het bbp-effect

Risico	Beschrijving en risico inschatting
Toename van publieke investeringen elders	Onvoorziene of grote toenames van investeringen in andere landen en het positief vestigingsklimaat ten gevolge hiervan, kunnen ondanks de investeringen vanuit dit programma, de kansen en positie voor Nederland verzwakken.
Geopolitiek (exportbeperkingen en drive voor autonomie in andere landen)	Beperkingen op export van producten en diensten beperken de kansen voor afzetmarkten, waardoor de internationale positie en marktwerking wordt gereduceerd.
Toename van private investering en bedrijvigheid elders	Grotere private investeringen, toename in bedrijvigheid of het schuiven van strategie binnen andere bedrijven kunnen resulteren in toename van concurrentie vanuit buitenland in de verschillende domeinen, voornamelijk de concurrentie vanuit Amerika en Azië.

5.2 Kwalitatieve onderbouwing bbp-effect

Het centrale doel van het NXTGEN HIGHTECH programma is om nieuwe producten- en technologieën te ontwikkelen en toepasbaar te maken voor nieuwe waardeketens. Met als resultaat dat deze leiden tot nieuwe bedrijvigheid voor hightech equipment bedrijven en bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen op de thema's digitalisering, gezondheid en duurzaamheid. De hightech equipment sector opereert in een uiterst competitieve wereldwijde markt en moet daarom over de laatste state-of-the-art technologieën kunnen beschikken. Continue innovatie is nodig om de huidige positie te behouden. De verdere ontwikkeling en toepassing van sleuteltechnologieën is nodig om ook op de lange termijn het concurrentievermogen van de sector te waarborgen. Om ervoor te zorgen dat zowel de sterke (internationale) positie in hightech apparatuur als de verwachte economische bijdrage wordt gerealiseerd, is binnen elk domein een aantal factoren van belang:

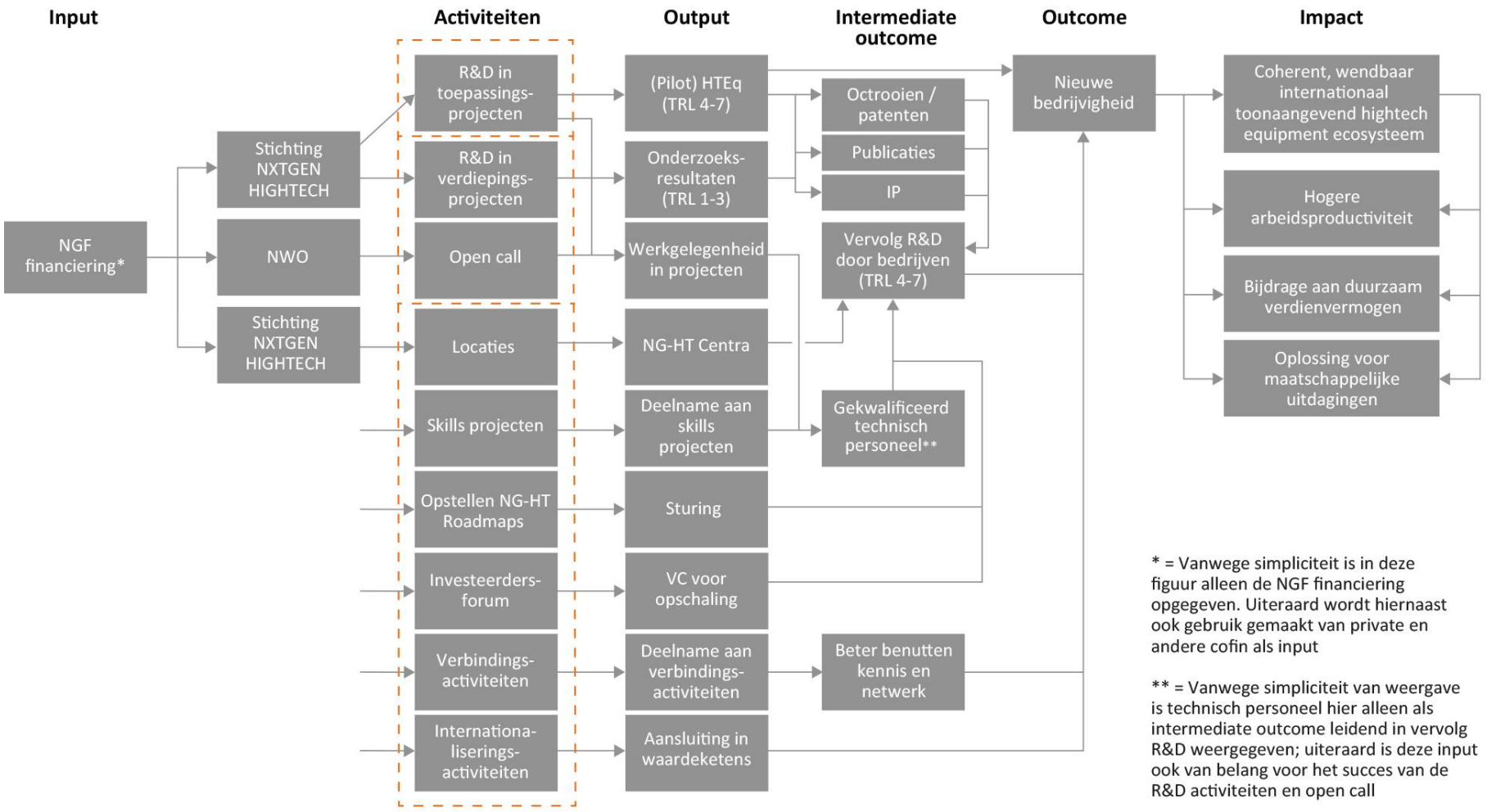
- Faciliteren dat de gemeenschappelijke technologische bouwstenen binnen de verdiepingsprogramma's worden ontwikkeld door de juiste instellingen, zodat elk domein maximaal kan profiteren van deze troeven die het consortium een concurrentievoordeel geven
  - De governance opzetten om (i) alle belanghebbenden op één lijn te houden met de overkoepelende doelstellingen, (ii) ecosystemen uit te bouwen en kennisdeling te waarborgen in plaats van afzonderlijke OEM's die in silos werken, (iii) synergiën van gemeenschappelijke bouwstenen te maximaliseren (iii) innovaties te laten landen op vooraf geselecteerde NXTGEN HIGHTECH centra en daarbij systeemintegratie te waarborgen.

- De “one-stop-shop(s)” uitbouwen om een wereldwijd toonaangevende infrastructuur voor innovatie en proefproductie te worden.
- Focus de roadmap van elk domein om duidelijke “moonshot”-doelen te ondersteunen en structureer elk subproject om duidelijk bij te dragen aan dat doel.
- Een sterke triple helix met nauwe samenwerking tussen overheid/ministeries, en afstemming van ontwikkelingen binnen kennisinstellingen en bedrijfsleven.
- Focus op competentie ontwikkeling en scholing om de beoogde baanwerkgelegenheid gegenereerd vanuit dit programma en benodigde omscholing te kunnen opvangen en invullen.

Om bovenstaande factoren te waarborgen zijn deze onderdeel van het Theory of Change. Voortgang binnen dit model zal worden gewaarborgd middels monitoring op KPI’s, zoals patenten/octrooien, NXTGEN HIGHTECH centra en pilotprojecten.

5.2.1 Theory of change

In onderstaand Theory of Change model worden de effecten van het gehele NXTGEN HIGHTECH programma weergegeven, en hoe vanuit de beoogde investeringen de bbp-effecten worden bereikt. Het programma zet met name in op innovatieprojecten in de toepassingsprogramma, onderzoek in het verdiepingsprogramma en enkele flankerende activiteiten in het ecosysteemprogramma. Al deze activiteiten dragen bij aan het realiseren van nieuwe bedrijvigheid in de waardeketens wat leidt tot een coherent hightech equipment ecosysteem en duurzame groei, mede als een bijdrage aan het verdienvermogen en het oplossen van de maatschappelijke uitdagingen.



Figuur 21 Het Theory of Change model geeft de effecten weer van het gehele NXTGEN HIGHTECH programma op basis van input en output. Pijlen geven een effect weer, in het oranje blok zitten de activiteiten zoals deze worden beoogd binnen het NXTGEN HIGHTECH programma.

Tabel 51 Toelichting Theory of Change van Input en Activiteiten met de betreffende input en relevante KPI's.

Input	
NGF Financiering De uit het Nationaal Groeifonds verkregen publieke financiering.	**NWO** Middels NWO wordt de beoogde open call van NXTGEN HIGHTECH uitgezet. **Input:** NGF Financiering
Stichting NXTGEN HIGHTECH Middels de stichting NXTGEN HIGHTECH worden alle activiteit m.u.v. open call van NXTGEN HIGHTECH uitgezet. **Input:** NGF Financiering	
Activiteiten	
R&D in toepassingsprojecten De gedane research & development activiteiten (fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling) in de toepassingsprojecten. **Input:** Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's:** Alle input KPI's.	**R&D in verdiepingsprojecten** De gedane research & development activiteiten (fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling) in de verdiepingsprojecten. **Input**: Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's**: Alle input KPI's.
Open call De te realiseren open calls bij NWO op de 5 sleuteltechnologieën en de systeemtechnologieen systems engineering en Smart Industry. **Input:** NWO aanvragen **Relevante KPI's:** Alle input KPI's.	**Locaties** De fysieke faciliteiten en plekken voor de R&D van de toepassings- en verdiepingsprojecten. **Input**: Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's:** in gebruik genomen faciliteiten, aantal gebruikers
Skills projecten NG-HT De 3 skills projecten die in het kader van NXTGEN HIGHTECH gelanceerd worden. **Input:** Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's:** Alle input KPI's.	**NG-HT Roadmaps** De nader uit te werken roadmaps van het NXTGEN HIGHTECH programma. **Input**: Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's:** 6 Roadmaps gerealiseerd
Investeringstafel De activiteiten van de investeringstafel. **Input**: Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH	**Verbindingsactiviteiten** De verbindingsactiviteiten zoals beschreven onder de verbindingsparagraaf van het ecosystemenhoofdstuk (3.1.3).

Relevante KPI's: Dealflow in Euro's	**Input**: Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's**: Totaal aantal deelnemers aan verbindingsactiviteiten
Internationaliseringsactiviteiten De internationaliseringsactiviteiten zoals beschreven onder de internationaliseringsparagraaf van het ecosystemenhoofdstuk (3.1.3.6). **Input:** Groeifondsfinanciering via Stichting NXTGEN HIGHTECH **Relevante KPI's:** totaal aantal PIBs gelanceerd.	

Tabel 52 Toelichting Theory of Change van Output met de betreffende input en relevante KPI's.

Output	
Pilot hightech equipment De te realiseren pilot hightech equipment uit de toepassingsprojecten. **Input:** R&D in toepassingsprojecten **Relevante KPI's:** Aantal pilots gerealiseerd, TRL niveau van de pilots	**Onderzoeksresultaten** De uitkomsten van onderzoek. **Input**: R&D in toepassingsprojecten, R&D in verdiepingsprojecten, open call **Relevante KPI's:** Onderzoeksresultaten (kwalitatieve beschrijving van de milestones)
Werkgelegenheid in projecten Een groep van 1500 fte die daadwerkelijk aan de slag is gegaan met ontwikkelen van Hightech Equipment en gezamenlijk een coherent ecosysteem hebben gevormd. **Input**: R&D in toepassingsprojecten, R&D in verdiepingsprojecten, open call, **Relevante KPI:** Aantal werkzame FTE in projecten	**NG-HT Centra** Het daadwerkelijk verstevigd hebben van bestaande faciliteiten dan wel gerealiseerd van de nieuwe faciliteiten als onderdeel van NXTGEN HIGHTECH. **Input**: Locaties (inrichting tot NG-HT locaties). **Relevante KPI's:** Projecten geland op fysieke locaties.
Deelname aan skills projecten Deelname door relevante partijen aan de skills activiteiten die in de ecosysteempijler worden beoogd. **Input:** Skills projecten NG-HT **Relevante KPI's:** Aantal deelnemers aan skills programma's	**VC voor opschaling** Gerealiseerde venture capital voor de opschaling van bedrijfsactiviteiten. **Input**: Investeerdersforum **Relevante KPI's**: VC voor opschaling (in absolute euro's, bv door Dealroom)
Deelname aan verbindingsactiviteiten Deelname door relevante partijen aan de verbindingsactiviteiten die in het programma worden beoogd. **Input:** Verbindingsactiviteiten **Relevante KPI's:** Totaal aantal deelnemers aan verbindingsactiviteiten.	**Aansluiting in waardeketens** NXTGEN HIGHTECH bedrijven die gaan toeleveren aan nieuwe internationale partners in waardeketens, dan wel klant worden van andere internationale bedrijven. **Input**: Internationaliseringsactiviteiten **Relevante KPI's:** Aantal PIBS gerealiseerd.
(Intermediate) outcome	
Octrooien/patenten Aangevraagde octrooien en/of patenten ten gevolge van de activiteiten in het NXTGEN HIGHTECH programma. **Input**: (Pilot) hightech equipment (TRL 4-7), Onderzoeksresultaten **Relevante KPI's:** Aantal aangevraagde octrooien	**Publicaties** Publicaties in gerenommeerde (peer-reviewed) tijdschriften (ook digitale). **Input**: (Pilot) hightech equipment (TRL 4-7), Onderzoeksresultaten **Relevante KPI's**: Aantal publicaties (indien van toepassing).

IP "Zachte" IP, d.w.z. IP opgebouwd maar niet geregistreerd in octrooien of publicaties **Input: (**Pilot) hightech equipment (TRL 4-7), Onderzoeksresultaten, octrooien/patenten, publicaties **Relevante KPI's:** Gegenereerd IP	**Vervolg R&D door bedrijven (TRL 4-7)** Onderzoek door bedrijven, op basis van de ontwikkelde octrooien, publicaties en IP. **Input**: Octrooien/patenten, publicaties, IP, NG-HT Centra, gekwalificeerd technisch personeel, sturing, VC voor opschaling, aansluiting in waardeketen, beter benutten kennis en netwerk. **Relevante KPI's:** Mate waarin bedrijven en kennisinstelling voorbouwen op de R&D die in de projecten heeft plaats gevonden (TRL 4-7).
Gekwalificeerd technisch personeel De goede pool mensen om de projecten uit te voeren. **Input:** Werkgelegenheid binnen projecten, deelname aan skills projecten **Relevante KPI's:** Voldoende gekwalificeerd technisch personeel	**Beter benutten kennis en netwerk** Middels kruisbestuiving leren van elkaars kennis en netwerk. **Input:** Deelname aan verbindingsactiviteiten **Relevante KPI's:** Delen van projectplannen, geven van presentaties, kennis en ervaring
Outcome	
Nieuwe bedrijvigheid De nieuwe bedrijvigheid die is ontstaan ten gevolge van de activiteiten in NXTGEN HIGHTECH en de daarop volgende intermediate outcome. **Input:** (Pilot) hightech equipment, Vervolg R&D door bedrijven, Beter benutten kennis en netwerk, aansluiting in de waardeketens **Relevante KPI's:** Aantal nieuwe bedrijven, Aantal nieuwe OEM's,	

Tabel 53 Toelichting Theory of Change van Impact met de betreffende input en relevante KPI's.

Impact	
Coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem Een sterk ecosysteem van kennisinstellingen, bedrijven, overheden en netwerkpartners. **Input:** Nieuwe bedrijvigheid **Relevante KPI's:** Groei in bbp/verdienvermogen binnen NXT HIGHTECH programma.	**Hogere arbeidsproductiviteit** Mate waarin de effectiviteit en efficiëntie wordt verhoogd binnen bedrijfsactiviteiten. **Input**: Nieuwe bedrijvigheid, coherent, internationaal toonaangevend ecosysteem, Oplossing voor maatschappelijke uitdagingen **Relevante KPI's:** Toename in de omzet per werknemer in een bepaalde periode in het NXTGEN HIGHTECH domein.
Bijdrage aan duurzaam verdienvermogen Toekomstbestendig verdienvermogen	**Oplossing voor maatschappelijke uitdagingen**

Input: Nieuwe bedrijvigheid, coherent, internationaal toonaangevend ecosysteem, Oplossing voor maatschappelijke uitdagingen, Hogere arbeidsproductiviteit **Relevante KPI's:** Groei in bbp/verdienvermogen binnen NXT HIGHTECH programma.	Mate waarin dit programma bijdraagt aan uitdagingen op gebied van o.a. arbeid, klimaat, digitalisering en veiligheid. **Input**: Nieuwe bedrijvigheid, coherent, internationaal toonaangevend ecosysteem, hogere arbeidsproductiviteit **Relevante KPI's:** Oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen zoals reductie CO_2, ondersteuning van arbeid, verbetering van veiligheid

5.2.2 Toekomstbestendigheid en groeipotentieel

Het NXTGEN HIGHTECH programma heeft als doel de hightech equipment een impuls te geven in verdienvermogen en dit ondersteuning te laten bieden aan verschillende maatschappelijke uitdagingen (zie maatschappelijke kansen). Wereldwijd is er behoefte aan duurzame, robuuste en slimme systemen, trends die zich naar alle waarschijnlijkheid in de toekomst zullen voortzetten. Daarnaast zijn er een tal van globale uitdagingen waar de maatschappij mee te maken krijgt, waaronder een verouderende populatie en klimaatverandering. Andere globale economische voorspellingen zijn een groeiende fragmentatie in markten, disruptie in arbeid als gevolg van digitalisering en een toename van de globale marktconcurrentie.[181] Verschillende rapporten voorspellen een groei in economisch potentieel, echter cruciaal is hierbij het investeren in onder andere technologie.[182]

De toepassingsprogramma's zijn mede geselecteerd door een groot groeipotentieel. Zo is de verwachte groei van de totale Space economie van circa 340 miljard dollar in 2016 naar 1.000 miljard tot 3.000 miljard in 2040 (inschatting o.a. Goldman Sachs en Morgan Stanley) en een ingeschatte omzet in de Nederlandse space en hightech industrie van tussen de 1,4 en 2,5 miljard euro. Ook binnen de normaal zeer behoudende aerospace, automotive en maritieme markten begint adoptie van technologie sneller op gang te komen vanwege de druk op duurzaamheid en klimaat. Daarnaast zal de globale markt voor manufacturing equipment van lithium batterijen de komende 7 jaar verdrievoudigen van 4 miljard naar 12 miljard dollar[183] en zal de mondiale markt van PEM-waterstofcellen zelfs meer dan vertienvoudigen van 2 miljard dollar in 2021 naar 23 miljard in 2028.[184] De huidige markt voor composiet productie-equipment wordt geschat op 7 mld Euro met een verwachte omvang in 2040 van 19 mld Euro. Binnen het toepassingsprogramma *Biomedische Productietechnologie* is alleen al voor thuisdialyse systemen een verwachte opbrengst van 2 miljard de komende 10 jaar. Organ-on-a-chip stond daarnaast in de top 10 meest veelbelovende technologieën van het World Economic Forum. Wereldwijde verwachting is dat de markt voor organs-on-a-chip tegen 2030 420,6 miljoen dollar zal bereiken, en in de periode 2020-

[181] https://www.dni.gov/files/images/globalTrends/GT2040/GlobalTrends_2040_for_web1.pdf

[182] https://www.pwc.com/gx/en/world-2050/assets/pwc-the-world-in-2050-full-report-feb-2017.pdf

[183] https://www.marketwatch.com/press-release/lithium-battery-manufacturing-equipment-market-size-is-expected-to-grow-at-a-cagr-of-140-during-2021-2026-with-top-countries-data-2021-06-07

[184] https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/proton-exchange-membrane-fuel-cell-pemfc-market-101708

2030 jaarlijks met 33,5% groeien als gevolg van het toenemende gebruik bij de vroege ziektedetectie, toxiciteitstudies, gepersonaliseerde geneeskunde, en als alternatief voor dierproeven.[185]

Binnen het toepassingsprogramma *Productieapparatuur voor energieopslag en -conversie* spelen WBG-halfgeleiders een grote rol bij de More than Moore trend met groot groeipotentieel. Daarnaast kunnen samenwerkingen binnen het ecosysteem enorme mogelijkheden geven voor Nederland om wereldleider te worden of te blijven in de verschillende toepassingsprogramma's. Daarnaast is de verwachting door McKinsey dat de groene waterstof de komende jaren een exponentiële groei zal doormaken, waardoor deze markt zal toenemen. Solid State Batterijen zullen naar verwachting in 2040 ongeveer 30% uitmaken van de totale batterij markt (McKinsey).

Momenteel is Nederland als 2e landbouwexporteur wereldleider in agrifood. De exportmarkt is snel groeiend (gemiddeld over laatste 10 jaar 3,5% per jaar) met een handelsoverschot in 2020 van €5,29 miljard[1]. Nederland is daarnaast wereldleider in kassystemen. Door verschuiving van de economische focus van het produceren en exporteren van gewassen naar kennis en innovatie kan de sector op langere termijn op een duurzame manier nieuw verdienvermogen ontwikkelen. Daarnaast ligt grote potentie voor innovaties voor precisie landbouw. Onderzoek van Rabobank onder ondernemers laat zien dat over 5 jaar 47% van de ondervraagden techniek voor precisie landbouw wil inzetten.[186] Echter, hierbij worden als grootste risico's (en daarmee terughoudendheid van gebruik) benoemd dat apparatuur van verschillende leveranciers niet op elkaar aansluiten en investeringskosten hoog zijn. Dit programma draagt via ecosysteemvorming en ontwikkeling bij aan standaardisering en kostenreductie, wat de adoptie van innovatieve systemen kan bespoedigen.

Door te focussen op hightech equipment wordt gewaarborgd dat de technologische fundamenten in Nederland sterk blijven/worden, als ook dat de Nederlandse maatschappij en economie in de toekomst kan blijven concurreren op wereldwijd speelveld.

Hierin zijn verschillende scenario's te bedenken; Het programma zal starten en Nederland zet in op de verschillende groeimarkten. Naast de potentiële groei in bbp voor de equipment industrie in 2040, levert dit ook (baan)kansen voor de verschillende domeinen en uitvloeiing tussen domeinen. Zo kunnen ontwikkelingen in waterstof en electrolysers binnen het toepassingsprogramma *Productieapparatuur voor Energie opslag en -conversie* bijdragen aan vermindering van energieverbruik in andere domeinen, kunnen chips geproduceerd in het Toepassingsprogramma *Semiconductor Equipment* worden ingezet voor snellere, energiezuinige processors en grotere opslagcapaciteit.[187] Ook dragen de verdiepingsprogramma's bij aan vergaande technologische ontwikkelingen en ontwikkeling van nieuwe hightech equipment binnen verschillende domeinen. Daarnaast waarborgt ecosysteem ontwikkeling fragmentatie van kennis en resources en waarborgen de fysieke locaties implementatie en connectiviteit van systemen. Dit draagt tevens bij aan duurzaam ontwikkelingsdoel 17, partnerschap om

---

[185] https://www.businesswire.com/news/home/20210816005405/en/Global-Organ-on-Chip-Market-Report-2021-Global-Market-Forecast-to-Reach-420.6-million-by-2030---ResearchAndMarkets.com

[186] https://www.rabobank.nl/kennis/s011087575-de-voor-en-nadelen-precisielandbouw-volgens-nederlandse-akkerbouwers

[187] https://www.fme.nl/system/files/publicaties/2020-11/FME-TNO%20Samenvatting%20rapport%20water%20elektrolysers%20productie%20in%20NL_DEF_1.pdf

de doelen te bereiken. Onderstaande Tabel 54 geeft daarnaast een indicatie van spill-overs tussen verschillende domeinen.

Tabel 54 Potentie van het ST cluster Engineering & fabrication technologies om bij te dragen aan de geformuleerde doelstellingen in de KIA's. (Bron: TNO)

Bijdrage ST Engineering & fabrication technologies aan KIA's in %	Thema Energie en duurzaamheid	Thema landbouw, water, voedsel	Thema gezondheid en zorg	Thema veiligheid	MJP Sleutel-technologieën	NWA
Bestaande relatie	23%	7%	17%	5%	15%	19%
Potentie	41%	22%	41%	27%	37%	41%

Echter, een ander scenario is dat het programma niet zal worden gestart, de investering in het hightech equipment ecosysteem zal niet plaatsvinden en iedere partij zal doorgaan met individuele ontwikkelingen. De benodigde jaarlijkse budgetten in combinatie met het hoog-risicoprofiel van de geplande R&D activiteiten is te groot voor (MKB-)ondernemingen om zelf volledig te kunnen dragen, waardoor innovatie wordt vertraagd wat op de lange termijn de concurrentiepositie voor Nederland in de Europese en wereldwijde markt kan schaden. De internationale concurrentie zit niet stil, met grote bedreiging vanuit VS en China. Ook is het risico dat het behalen van klimaatdoelen in gevaar komen, met nationale en globale gevolgen, waaronder een toenemende druk op het financieel systeem en de maatschappelijke rust in Nederland. Binnen de energiesector als ook andere sectoren kan dit betekenen dat de Nederlandse economie drastisch moet inkrimpen teneinde de emissiedoelstellingen te behalen. Voorspelling is dat de verschillende hightech toepassingen hoe dan ook op de markt zullen komen, vraag is of Nederland meedoet met de koplopers of afhankelijk gaat worden van andere partijen en de concurrentiepositie van het Nederlands bedrijfsleven zal afnemen en de afhankelijkheid van buitenlandse markten zal toenemen.

5.3 Maatschappelijke kansen en effecten

5.3.1 Saldo van maatschappelijke kosten en baten

Het NXTGEN HIGHTECH programma draagt direct bij aan het oplossen van verschillende maatschappelijke uitdagingen. In onderstaande tabel een overzicht van de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen gekoppeld aan kansen in de verschillende Toepassingsprogramma. Als referentiekader voor identificeren van onderstaande uitdagingen en kansen zijn thema's uit de MTIB MU gebruikt van de Topsectoren.[188] Daarnaast is specifieke aandacht voor het thema arbeid en

[188] https://www.topsectoren.nl/publicaties/publicaties/2019-publicaties/september-2019/23-09-19/factsheet-missies-voor-de-toekomst

competentie, aansluitend bij de roadmap Human Capital[189] van de Topsectoren en de uitdagingen die dit thema in de toekomst met zich mee zal brengen.[190]

Tabel 55 De belangrijkste maatschappelijke uitdagingen gekoppeld aan kansen in de verschillende Toepassingsprogramma's

Maatschappelijke uitdaging	Toepassingsprogramma	Kans
Landbouw Water Voedsel	Handsfree Agrifood	• Kringlooplandbouw • Precisie landbouw • Reductie chemische gewasbescherming • Verminderen van voedselverspilling • Reductie waterverbruik • Reductie bodemverdichting • Toename lokale productie • Adaptieve en vraaggestuurde productie • Vroege ziekte en plagen detectie • Verminderen van voedselverspilling • Stikstof reductie door plasmatechnologie in stallen
Energietransitie en duurzaamheid	Flexibele microfabrieken voor composieten	• Vermindering brandstofgebruik • Levensduur verlenging van producten • Verbeteren van recyclingprocessen • Minder resource verspilling • Verbeteren van recyclingprocessen
	Energy storage and conversion	• Waterstof als vervanging voor aardgas • Energiebesparing door inzet van plasmatechnologie voor energieproductie • Minder gebruik van Critical Raw Materials • Verbeterde mogelijkheden voor opslag elektriciteit en waterstof
	Laser Satcom	• Lager energieverbruik • Kleinere footprint
	Semiconductor Equipment	• Lager energieverbruik
	Smart industry	• Optimale digitale traceerbaarheid van productie tot recycling • Verminderen van slijtage door voorspellend onderhoud • Verbeteren van vraag- aanbod voorspelling en daarmee verminderen van benodigde voorraden (just-in-case naar just-in-time) • Verbeteren van hergebruik van producten, onderdelen en materiaal
Gezondheid en zorg	Biomedische productietechnologie	• Vroegtijdige ziektedetectie • Reduceren van zorgkosten • Nauwkeurigere ziekte modellen

[189] https://www.topsectoren.nl/publicaties/publicaties/publicaties-2020/april/21-april-2020/samenvatting-human-capital-roadmap-2020---2023

[190] https://www.pwc.nl/nl/dienstverlening/people-and-organisation/documents/pwc-de-toekomst-van-werk-2030.pdf

Maatschappelijke uitdaging	Toepassingsprogramma	Kans
		• Verbeteren van patiënten welzijn • Gepersonaliseerde biomedische technologie
	Handsfree Agrifood	• Gezond en vers voedsel • Vermindering va leefstijl gerelateerde ziektes
Veiligheid	Laser Satcom	• Digitale veiligheid in communicatie • Grotere bandbreedte • Ondersteuning van (digitale) globalisering • Grotere datastromen • Verbeterde connectiviteit
	Energy storage and conversion	• Robuuste en lokale energievoorziening
	Semiconductor Equipment	• Robuuste waardeketen voor chips • Verbeterde connectiviteit • Grotere opslagcapaciteit
	Smart Industry	• Vermindering van productiefouten
Arbeid en competenties	Semiconductor Equipment	• Nieuwe werkgelegenheid
	Laser Satcom	• Nieuwe werkgelegenheid
	Energieopslag en -conversie	• Nieuwe werkgelegenheid
	Handsfree Agrifood	• Robotica als ondersteuning van arbeid(stekorten) • Minder migrantarbeiders nodig • Betere arbeidsomstandigheden • Minder afhankelijkheid van menselijk handelen • Verlaging variabiliteit en fouten
	Smart Industry	• Hogere arbeidsproductiviteit • Betere aansluiting van scholing

5.3.1.1 Landbouw, water en voedsel

Voedselproductie draagt in grote mate bij aan klimaatverandering en CO_2-emissie. Toepassingsprogramma *Handsfree AgriFood* draagt bij aan ontwikkelingen in precisie[191] en kringlooplandbouw, waarvan onderzoek laat zien dat dit in meest optimale gevallen een emissiereductie van 50%, Figuur 22) en in moderate geval van 31% kan realiseren (uitgaande van

[191] https://edepot.wur.nl/418241

huidige dieetpatronen).[192] Tegelijkertijd maakt het gebruik van robots het mogelijk grond- en hulpstoffen te verminderen, o.a. door gerichter gewasbeschermingsmiddelen toe te passen, waardoor het gebruik van chemische middelen kan worden gereduceerd. Ook zorgen lichtere machines voor minder bodemverdichting[193] en draagt automatisering, robotica en vision bij aan schaalbare kortere ketens, local-for-local waarmee transport en voedselverspilling kan worden verminderd. Daarnaast biedt het gebruik van plasma een duurzaam en circulair alternatief voor agro chemicaliën en een significante bijdrage aan verduurzaming van de voedselproductie, en daarmee aan de EU Farm2Fork strategy.
Eerdere innovaties hebben al laten zien dat technologie kan bijdragen aan reductie van stikstof in de veehouderij en dat dit per kilo stikstofreductie minder kostbaar is dan opkoop van bedrijven, tot wel 7,5 keer zoveel.[194,195]

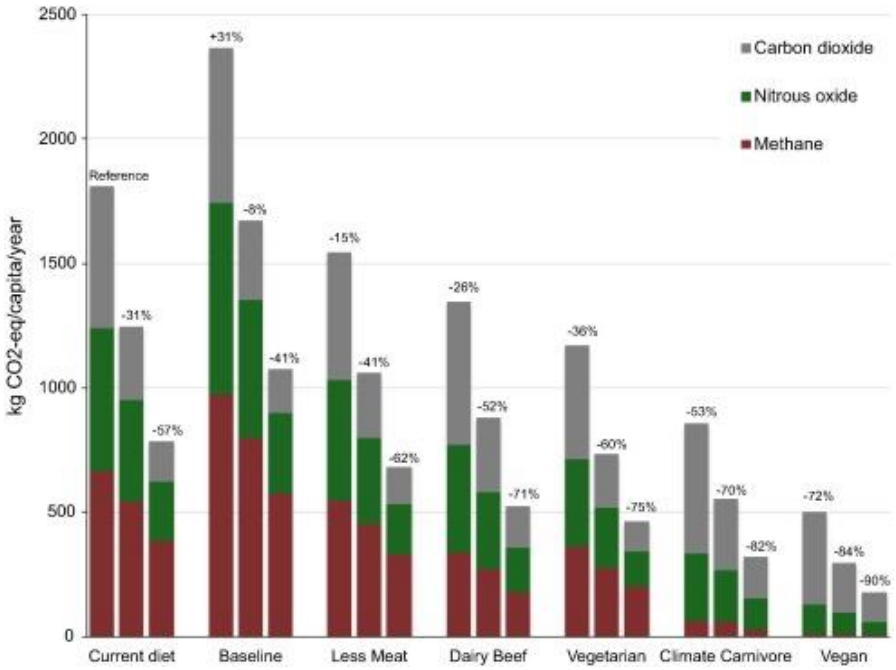
Ook kunnen sensing en vision bijdragen aan vroegtijdige ziekte- en plaagdetectie en bieden ontwikkelingen in Cyber Physical Systems en Systems Engineering op het land, in de kas en in de voedselverwerking mogelijkheden mee te kunnen met marktgedreven vragen zoals transparantie in de keten, variatie op maat en voedselveiligheid.

[192] Technologically, agriculture can improve in productivity and through implementation of specific mitigation measures. Under optimistic assumptions, these developments could cut current food-related methane and nitrous oxide emissions by nearly 50%. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919216000129

[193] https://www.abnamro.nl/nl/media/ABN-AMRO-Strijd-om-agrarische-robots-barst-los-v3-aug-2020_tcm16-69955.pdf

[194] https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/08/20/innovatieve-stikstofreductie-kost-overheid-minder-dan-opkoopbeleid

[195] https://www.lely.com/nl/nieuws/2021/03/18/stikstofinnovatie/



Figuur 22 Broeikasgasemissies (per gas) per hoofd van de bevolking naar dieet en technologieniveau. Voor elk dieet worden emissies getoond voor de huidige technologie (links), Matige technologische vooruitgang (midden) en Optimistische technologische vooruitgang (rechts).

5.3.1.2 Energietransitie en duurzaamheid

Onderzoek laat zien dat het gebruik van lichtere composietmaterialen, waar het Toepassingsprogramma *Flexibele microfabrieken voor composieten* aan werkt, kan bijdragen aan een vermindering van brandstofgebruik van vliegtuigen tussen 5 en 25%.[196,197] Daarnaast maken composieten het mogelijk langere windturbinebladen te produceren die meer kilowatt per turbine produceren en is composiet beter bestand tegen blootstelling aan chemicaliën of zout water waardoor de levensduur wordt verlengd en de risico op product falen wordt verminderd. Daarnaast is de energie die wordt gebruikt voor de productie van stalen of aluminium onderdelen voor hetzelfde onderdeel minder als het onderdeel wordt geproduceerd van composiet, zelfs als gebruik wordt gemaakt van recycling.[198]

Zowel toepassingsprogramma *Flexibele microfabrieken voor composieten als Handsfree Agrifood* werken aan volledig adaptieve software en systemen bruikbaar in imperfecte fysieke omgeving. Hierdoor is up- en downscaling van productie mogelijk met o.a. vermindering van voedsel/resource verspilling.

---

[196] https://www.iata.org/contentassets/8d19e716636a47c184e7221c77563c93/technology20roadmap20to20205020no20foreword.pdf

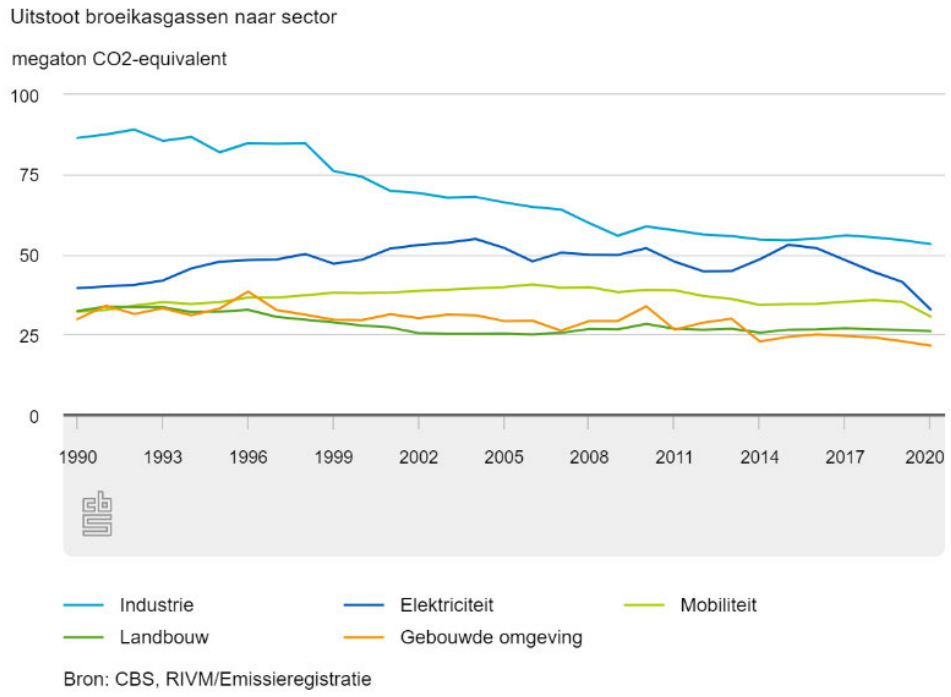
[197] https://www.epget.bme.hu/docs/Kutatas/Konferencia/expres2018/Proceedings_EXPRES_2018_11-16.pdf

[198] https://www.materialstoday.com/composite-industry/features/composites-and-sustainability-when-green-becomes/

Binnen het toepassingsprogramma *Energy storage and conversion* wordt beoogd electrolysers te ontwikkelen met 25% betere energie-efficiëntie, met >10x minder gebruik van Critical Raw Materials en met 35% lagere kosten per ton waterstof. Ontwikkeling hiervan kan daarbij toepassing hebben binnen verschillende sectoren, zoals transport en industrie. Ook hebben polymeer electrolyte membranen (PEMs) een kleinere footprint.[199]

Naast deze meer directe oplossingen voor emissiereductie, kunnen de door dit programma gestimuleerde ontwikkelingen in *het verdiepingsprogramma Smart Industry* en ontwikkelingen in o.a. AI, machine learning en big data bijdragen aan het gerichter en nauwkeuriger monitoren van emissies en interventies analyseren en adresseren. Onderzoek laat zien dat transparantie over de CO_2-uitstoot lonend kan zijn voor het bedrijfsmodel van ondernemingen.[200] Groene waterstof levert een CO_2 vrij alternatief in vergelijking met grijze waterstof (gas en water).

Op dit moment zijn de grootste bronnen van CO_2 in Nederland de industrie, elektriciteit, mobiliteit en landbouwsectoren (Figuur 23). In september 2020 heeft de EC voorgesteld de EU-klimaatdoelstelling te verhogen van 40 naar 55% reductie van de broeikasgasuitstoot in 2030 t.o.v. 1990. Digitalisering en innovatie voor het reduceren van de CO_2-emissie staat hoog op de Nationale agenda. Dit voorstel draagt bij aan vermindering hiervan en aan andere klimaatdoelstellingen.



Figuur 23 Uitstoot broeikasgassen naar sector. Bron: CBS, RIVM/Emissieregistratie

Toepassingsprogramma Laser Satcom draagt bij aan vermindering van energieverbruik doordat met een draadloze laserverbinding met een fractie van het energieverbruik meer dan duizendmaal zoveel data kan worden verstuurd als met de huidige radioverbindingen.

[199] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299119300035

[200] https://www.pwc.nl/nl/themas/blogs/transparante-rapportage-over-CO2-uitstoot-loont.html

Innovaties van batterijen, zonnecellen en andere energie-gerelateerde toepassingen zullen positief bijdragen aan de energie-transitie en een volledig CO_2-vrij elektriciteitssysteem. PEM en alkaline electrolysetechnologieën, de focus binnen het toepassingsprogramma *Energy storage and conversion*, kunnen beide gebruikt worden voor de opslag van duurzaam opgewekte elektriciteit in waterstof. Beide technologieën zijn op dit moment op kleine schaal beschikbaar (momenteel is er in de hele EU ongeveer 170 MW aan electrolysercapaciteit geïnstalleerd), maar spelen een grote rol in de ambities in het Klimaatakkoord (De Europese Commissie stelt in haar Hydrogen Strategy een doelstelling van 6 GW groene waterstof voor 2024 en 40 GW in 2030.) Naast de productie van elektriciteit, biedt waterstof kansen als vervanger voor aardgas, als grondstof voor de chemische industrie en voor de productie van brandstoffen. Echter, om deze ambitie waar te maken is grootschalige ontwikkeling cruciaal.

Binnen toepassingsprogramma *Semiconductor Equipment* zullen Photonic Integrated Circuits (PICs) bijdragen aan snellere dataoverdracht en mogelijk een lager energieverbruik. Deze verschillende ontwikkelingen zullen tevens breed inzetbaar zijn binnen de andere domeinen, denkend aan snellere en energiezuinige dataoverdracht en connectiviteit van robots in de kas. Hierbij is ontwikkeling van nauwkeurige en gecontroleerde toepassing van nanotechnologie met dunne films essentieel.

In de energietransitie vereist de gewenste systeemverandering een investering van 50 biljoen euro wereldwijd, waar bij lange na niet aan wordt voldaan. Voor Nederland specifiek zijn zeer grote investeringen in duurzame energie noodzakelijk omdat op dit moment slechts een relatief klein gedeelte van onze energiemix uit duurzame energie komt (11% in 2020, waarmee Nederland binnen Europa ook slecht scoort). Dit voorstel draagt bij aan ontwikkelingen die de energietransitie kunnen versnellen.

Het programma draagt daarnaast bij aan circulariteit en efficiënt omgaan met grondstoffen. In toepassingsprogramma *Flexibele microfabrieken voor composieten* wordt gewerkt aan verkorting van ketens aan verbeterde recycling en integreren van alle stappen van ruw materiaal naar eindproduct en weer terug. Toepassingsproject “Digitale micro-factory voor composiet in E-mobility” concentreert zich op medium tot hoog-volume productie en korte time-to-market waardoor sneller kan worden ingespeeld op marktvragen en daardoor minder verspilling van resources. Dit project omvat ook recycling equipment welke ontwikkeld wordt om de productie en het gebruik van materialen zoveel mogelijk circulair te maken.

Om hergebruik mogelijk te maken is inzicht in productieprocessen van belang en daarmee digitaliseren van fabrieken en toeleveringsketens, waar verdiepingsprogramma *Smart Industry* een belangrijke rol speelt. Voor het komen tot een circulaire maakindustrie is vergaande digitalisering en technologische innovatie nodig met inzet van Digitale Twins, IoT (Internet of Things), Big Data, Cloud en AI (Artificial Intelligence). Deze digitalisering leidt tot optimale traceerbaarheid, inclusief kennis over gebruik, slijtage en hergebruik van producten, onderdelen en materiaal. Daarnaast is volgens analyse van McKinsey een reductie van opslag en inventaris kosten tussen de 20-40% mogelijk.

Plasmatechnologie binnen het toepassingsprogramma *Energy storage and conversion* is daarnaast sterk in opkomst als efficiënte methode om (groene) elektrische energie gericht aan te wenden als ook in tal van materiaalverwerkingsprocessen, zoals zuivering van metalen, recycling en verwerking van afval. Binnen toepassingsprogramma *Handsfree Agrifood* kan plasma tevens bijdragen aan nieuwe mogelijkheden in gewasbescherming, stikstofbinding, hygiënisatie, desinfectie, luchtzuivering en het verwaarden van mest.

5.3.1.3 Gezondheid en zorg

Het toepassingsprogramma *Biomedische Productietechnologie* past in de doelstelling van de Nederlandse overheid dat elke Nederlander in 2040 vijf extra gezonde levensjaren moet hebben o.a. door verbetering van vroegtijdige ziektedetectie en medicijnontwikkeling. Daarnaast bestaat ook de sterke maatschappelijke wens om het gebruik van proefdieren sterk te verminderen en stijgt de vraag naar gepersonaliseerde, intelligente en regeneratieve biomedische technologie. Vooral in de markt van artificiële nieren zit grote groeipotentie, met een substantiële bijdrage het welzijn van patiënten. Biomedische productie met Organ-on-Chip wordt verwacht een kostenbesparing van 10-26% per nieuw medicijn te realiseren, o.a. door de gap tussen preklinische naar klinische fase te verkleinen.[201] Ook is verwachting dat Organ-on-Chips en Labs-on-Chips kunnen helpen meer inzicht te krijgen in de mechanismen van ziektes die niet of nauwelijks in dieren kan worden nagebootst zoals Alzheimer of Parkinson.

Dit kan bijdragen aan het verminderen van de zorgkosten die bij ongewijzigd beleid en beperkte ontwikkelingen jaarlijks met 2,8% blijven stijgen.[202]

Groter aanbod aan vers en lokaal voedsel als resultaat van de ontwikkelingen op het toepassingsprogramma *Handsfree Agrifood* , kan direct bijdragen aan vermindering van (leefstijl)ziektes en daarmee zorgkosten. Daarnaast kunnen ontwikkelingen van bionanotechnologie in het toepassingsprogramma *Biomedische Productietechnologie* in de toekomst bijdragen aan ontwikkelingen richting personalized nutrition en 'plant-on-a-chip voor nieuwe methode in zaadveredeling. Ten slotte kan biochemische monitoring zoals beoogd binnen de biomed ook worden toegepast binnen de voedselindustrie voor o.a. vroegtijdige detectie van ziektes en plagen.

5.3.1.4 Veiligheid

Op het maatschappelijke thema veiligheid draagt het toepassingsprogramma *Laser Satcom* bij aan digitale veiligheid bij communicatie aangezien laser verbindingen nagenoeg onmogelijk zijn om af te luisteren en zeer moeilijk te verstoren. Digitale veiligheid is een randvoorwaarde voor groeiende digitalisering in binnen- en buitenland. Nederland hoort bij de top van Europa op het gebied van digitale infrastructuur, met de Amsterdamse Internet Exchange als één van de grootste dataknooppunten van de wereld. De behoefte aan meer bandbreedte en aan digitale veiligheid is daarom in Nederland snel tastbaar. Ook dragen ontwikkelingen in dit domein bij aan mogelijkheden voor globalisering door optimalisering van connectiviteit in communicatiestromen.[203,204] Volgens UNESCO had in 2019 45% van de huishoudens wereldwijd niet of nauwelijks toegang tot Internet, waardoor in de coronacrisis volgens de Verenigde Naties honderden miljoenen kinderen geen toegang hadden tot goed onderwijs. De duurzame ontwikkeldoelen van de Verenigde Naties, en in het bijzonder het tot stand brengen van een

[201] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135964461930042X

[202] https://www.rivm.nl/nieuws/zorguitgaven-blijven-tot-2060-stijgen-gemiddeld-met-28-procent-per-jaar

[203] https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/supersnel-internet-met-laser-satellietcommunicatie/

[204] https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/laser-communications-empowering-more-data-than-ever-before

infrastructuur die inclusiviteit bevordert, zijn relevanter dan ooit.[205,206] Snellere, veilige, robuuste internetverbinding in staat tot verwerken van grote hoeveelheden data dragen tevens bij aan ontwikkelingen op andere domeinen, doordat hiermee dataverwerking en connectiviteit in bijvoorbeeld de fabriek of de kas wordt verbeterd.

Het werkpakket Smart Supply binnen verdiepingsprogramma *Smart Industry* maakt het mogelijk om sneller en adaptief te kunnen schakelen in productielijnen en sneller real-time te kunnen inspelen op verstoringen of een veranderende vraag en aanbod. Door analyse van McKinsey is berekend dat ontwikkelingen in *Smart Industry* kunnen bijdragen aan 85% nauwkeuriger voorspellen van vraag- en aanbod. Ook is het mogelijk de sprong te maken naar nul productiefouten door *in line quality assurance*, die kan leiden tot *in line certification.* Het werkpakket *Smart Maintenance & Services* legt nadruk op het voorspellend onderhoud en AR-/VR-ondersteuning. Dit voorkomt problemen en maakt onderhoud efficiënter en vergroot daarbij de levensduur van systemen, wat tevens de kwaliteitskosten met 10-20% kan laten toenemen.

Toepassingsprogramma *Semiconductor Equipment* draagt bij aan een robuustere waardeketen voor chips en tevens verbeteren van prestaties. De afgelopen periode is pijnlijk duidelijk geworden dat met regelmaat diverse fabrieken stil gelegd werden, mede door een tekort aan chips. Daarnaast is connectiviteit in deze tijd van digitalisering van groot belang waarbij strategische toepassingen (zoals 5G infrastructuur en militaire systemen) en gehele bedrijfssectoren (zoals de automobielindustrie in Duitsland) afhankelijk zijn van deze chips. Daarnaast vraagt onze huidige maatschappij om meer gespecialiseerde chips, zoals voor opslag (geheugenchips) en verwerking met AI-algoritmen. Deze ontwikkelingen zijn tevens een bijdragen voor andere domeinen waar meer gespecialiseerde chips voor grote datastromen van toepassing zijn, zoals binnen de *Handsfree Agrifood.*

Toepassingsprogramma *Energy storage and conversion* draagt daarnaast bij aan robuustere en lokale energievoorziening, waardoor de afhankelijkheid van energie buiten Europa wordt verminderd.

5.3.1.5 Arbeid en competenties

Binnen verschillende domeinen wordt met dit programma nieuwe werkgelegenheid gegenereerd. Binnen toepassingsprogramma *Semiconductor Equipment* is berekend dat o.b.v. personeelslasten a 150 k€/jaar (bron: McKinsey) de groei in de sector overeenkomt met een groei in werkgelegenheid van 100.000 naar 195.000 banen (full time equivalent). Het huidige aantal banen in Nederland op het gebied van hightech equipment voor energietechnologie is naar schatting minder dan 1.000 banen. Verwachting is dat activiteiten binnen toepassingsprogramma *Energy storage and conversion* op de lange termijn (>10 jaar) een groei in werkgelegenheid stimuleert van 50.000 banen.

---

[205] UNESCO report “The State of Broadband: Broadband as a Foundation for Sustainable Development”, September 2019. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-BROADBAND.20-2019-PDF-E.pdf.

[206] UN Policy brief “Education during COVID-19 and beyond”. August 2020: https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/08/sg_policy_brief_covid-19_and_education_august_2020.pdf

Toepassingsprogramma *Laser Satcom* schat het aantal hoogwaardige banen in 2040 voor 'Equipment' op 6000 FTE[207] en additioneel 2600 FTE voor 'Maintenance' in 2040.

Dit zijn zowel praktisch geschoolde banen (operatie gaande houden, schoonmaken en werken met hightech, onderhoud en montage) als hoogwaardige top technologische functies (R&D, services, remote assistentie, sales). Daarnaast kan het stimuleren van duurzame banen in de groene energiesector verliezen van werkgelegenheid in andere sectoren, zoals in de fossiele industrie, compenseren.

In verschillende van de sectoren ligt een grote maatschappelijke uitdaging in het aantrekken van nieuw personeel. In de *verdiepingsprogramma Smart Industry* is de verwachting dat de forse uitstroom van de babyboomers en de geringe instroom van jonge generaties over enkele jaren het aantal beschikbare FTE vermindert in de orde grootte van 100.000. Ontwikkelingen in *Verdiepingsprogramma Smart Industry* kunnen bijdragen aan een 15-30% toename in arbeidsproductiviteit en daarmee bijdragen aan het oplossen van de arbeidsuitdagingen.

In *Handsfree Agrifood zijn* vergelijkbare trends gaande waar tussen 2003 en 2018 het aantal werknemers in Europa daalde met 30%. Handsfree voedselproductie kan onder andere bijdragen aan het oplossen van deze uitdaging.

Tegelijkertijd ligt hier het knelpunt van beschikbaarheid van werknemers met geschikte competenties en skills voor de nieuwe werkzaamheden die de ontwikkelingen meebrengen. De skills projecten van het programma zullen hier aandacht voor hebben. Zo is binnen verschillende domeinen focus op toepassing gestuurd leren, praktijkgericht onderzoek en innoveren samen met kennis- en onderwijsinstellingen. Dit biedt zowel kansen om naast innoveren ook te implementeren, onderwijsvernieuwing en competentie-ontwikkeling te borgen als ook voorop te blijven in fundamentele kennis. Zoals beschreven zal NXTGEN HIGHTECH aansluiting zoeken met het 'Opschalen PPS in het Beroepsonderwijs' Groeifondsvoorstel van katapult en onderwijscentra zoals het Dutch Systems Engineering Education & Application Center en zal het Smart Capability Booster Project voorstel van *Smart Industry d*e mogelijkheid bieden om de opgedane kennis in de *Smart Industry* verdiepingsprogramma's te vertalen naar opleidingsmodules

Naast de effecten van het programma op werkgelegenheid, dragen de ontwikkelingen in onder andere toepassingsprogramma *Handsfree Agrifood,* bij aan verbetering van arbeidsomstandigheden. Denk hierbij aan het reduceren van kort-cyclisch en repetitief werk in zware omstandigheden (extreem koude, warme, vochtige, en lawaaierige omstandigheden). Ook dragen ontwikkelingen in robotica en system engineering bij aan vermindering van afhankelijkheid van menselijk handelen en beslissen en daarmee worden, met het oog op toenemende complexiteit, risico's op verkeerde beslissingen gereduceerd. *Verdiepingsprogramma Systems Engineering* biedt ondersteuning aan toenemende complexiteit van multidisciplinaire, modulaire systemen en processen door data op inzichtelijke wijze zichtbaar te maken.

[207] Aannames voor FTE berekening: Winstpercentage 15%, Inkoop buiten NL (% van kosten): 25% tot 40%, Direct Kosten (% van kosten): 10%. Omzet per FTE: 120 tot 150 KEuro

5.3.1.6 Monitoring en koppeling met nationale doelstellingen

De nationale adviescommissie NXTGEN HIGHTECH zal gedurende het programma zicht houden op maatschappelijke uitdagingen, kansen en ontwikkelingen en hierin een vertaalslag maken tussen benodigd beleid, wet- en regelgeving. Dit waarborgt dat de beoogde innovaties binnen de projecten ook mogelijkheid hebben te landen in de maatschappij en de kansen die deze innovaties bieden ook worden benut voor nationale doelstellingen. Ook kunnen barrières die in de weg staan van nationaal groeipotentieel vroegtijdig worden geïdentificeerd en verminderd.

6 Bijlagen

In deze korte versie van het voorstel zijn geen bijlagen beschikbaar.

Bijgesteld projectplan NXTGEN HIGHTECH 14 juni 2022

samenvatting voor projectleiders NXTGEN HIGHTECH 15-8-2022

Het NXTGEN HIGHTECH programma is zeer content met de voorwaardelijke toekenning van 450M€ voor het NXTGEN HIGHTECH programma. De Beoordelingsadviescommissie van het Nationaal groeifonds (BAC) heeft een aantal voorwaarden gesteld aan deze toekenning. In deze notitie wordt toegelicht welke aanpassingen zijn doorgevoerd om aan deze voorwaarden te voldoen. In deze samenvatting voor de projectleiders van het NXTGEN HIGHTECH programma gaan we achtereenvolgens in op de budgetreductie, de synergie en funnelsturing in het programma, en de openheid van het programma. Dit bijgestelde projectplan dient als oplegger bij het propositieformulier en de hier beschreven aanpassingen vervangen de betreffende tekstpassages in het propositieformulier of werken die nader uit.
Dit bijgestelde projectplan is 8 juni jl. door de Stuurgroep NXTGEN HIGHTECH bekrachtigd.

1. Budgetreductie en -spreiding

Feedback BAC:

- *Pas het programma aan zodat het uit te voeren is met het beschikbaar gestelde budget en houd daarbij de cofinanciering minimaal op peil (…)*
- *Zorg voor twee formele tussentijdse evaluatiemomenten gedurende de uitvoering van het programma. Het eerste moment na circa twee jaar, het tweede moment na circa vier jaar, gerekend vanaf de start van het programma. Pas de fasering van het programma en het kasritme aan op de twee evaluatiemomenten. Budgetteer zo dat de funnelsturing versterkt wordt. De middelen voor fase 2 en 3 zullen voorwaardelijk worden toegekend als de tussenevaluaties positief zijn.*

De toekenning van 450 Miljoen euro betekent dat het NXTGEN HIGHTECH programma qua ambitieniveau (“een coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem”) kan worden uitgevoerd. De omvang van het bedrag en brede betrokkenheid van bedrijven en kennisinstellingen bieden hiervoor voldoende potentie. Tegelijkertijd betekent de budgetreductie dat er bijna 30% gesneden dient te worden in een ver uitgewerkt programma. Hierbij was het potentieel niet uitgesloten dat consortia zouden gaan afhaken gezien deze significante budgetreductie. Uit de intensieve gesprekken, die tot nu toe zijn gevoerd, hebben de relevante consortia hun commitments bevestigd en daarmee kunnen de doelstellingen van het ingediende programma worden gerealiseerd. Toch zal de budgetreductie uiteraard ook gevolgen hebben voor de output van het NXTGEN HIGHTECH programma. Ofschoon de partners alles in het werk stellen om de maximale impact in stand te houden, is een verminderde output onvermijdelijk. Dit leidt o.a. tot aangepaste KPI’s, zie bijlage 2. De overall ambitie om te komen tot 9 tot 16 Mld. bijdrage extra groei aan het bruto nationaal product in 2040 wordt terug geschaald naar 6 tot 11 Mld.

De budgetreductie is in de afgelopen twee maanden uitgevoerd door de werkgroep NXTGEN HIGHTECH, in nauwe afstemming met alle projectcoördinatoren en partners, en onder begeleiding van de stuurgroep.

Eerst worden de uitgangspunten vastgesteld die bij de budgetreductie zijn gehanteerd. Vervolgens wordt toegelicht waar de reductie is doorgevoerd en wat het eindresultaat daarvan is.

1.1 Uitgangspunten:

- Oorspronkelijk aangevraagd budget, verdeeld over de jaren, als optelsom van de ingediende projectplannen ziet er als volgt uit (zie Tabel 1).
- De Groeifondscommissie stelt 450 M beschikbaar dus de totale GF-bijdrage moet met 183 M worden teruggebracht, wat neer komt op 29% reductie. Hierbij vraagt de commissie om de cofinanciering vanuit bedrijven, kennisinstellingen en overige overheden zoveel mogelijk in stand te houden, met als absolute ondergrens in ieder geval hetzelfde percentage.
- Er wordt, zoals de Commissie aangeeft, 2 jaar na de start van het programma een extra ijkmoment vastgesteld. De bijgestelde fasering ziet er als volgt uit
    - Fase 1 loopt van Q4 2022 tot en met 2024 (met budgetuitloop tot en met 2025),
    - fase 2 van begin 2025 tot en met 2026 (met budgetuitloop tot en met 2027) en
    - fase 3 van begin 2027 tot en met 2029.
- Gegeven het belang dat de BAC hecht aan de openheid van het programma wordt het open call programma niet gekort. Daarnaast is het open call programma een integraal onderdeel van het verdiepingsprogramma waarin de systeem- en sleuteltechnologieën geborgd worden. Het verdiepingsprogramma is een belangrijk verbindend element in het NXTGEN HIGHTECH programma en daarom willen we niet korten op dit instrument.
- Op de groeifondsbijdrage van het deelprogramma “System Engineering” zal niet worden gekort vanwege het belang voor de samenhang van het programma.
- Op de groeifondsbijdrage voor “Internationaal” en “Programmamanagement” zal niet worden gekort. Deze posten zijn van belang voor het integraal versterken van het programma en de commissie pleit in haar advies ook voor een stevig en onafhankelijk programmabureau.
- Het aandeel groeifondsfinanciering van bovenstaande posten is 51,5 M Euro. Dit betekent dat de reductie van 183 M op de toepassings- en verdiepingsprogramma’s is doorgevoerd. Het daarvoor beschikbare budget is daarmee 450 - 51,5 = 398,5 M.

1.2 Aanpassingen

Om tot de vereiste budgetreductie in de toepassings- en verdiepingsprogramma’s te komen zijn de volgende aanpassingen doorgevoerd:

1. 16% Budgetreductie bij aanvang (de ‘3e convergentieslag’[1])
   Voor aanvang van het programma wordt in het projectportfolio, in nauwe afstemming met projectconsortia, een reductieslag doorgevoerd van de groeifondsbijdrage van 16% (van de noodzakelijke 30%). Dit is in Tabel 2 hieronder inzichtelijk gemaakt per domein, en in bijlage 1 op projectniveau. En inhoudelijke toelichting wordt in paragraaf 1.3 gegeven.
2. Stage gates: 13% budgetreductie tijdens de looptijd van het programma (‘4e en 5e convergentieslag’).
   De stage gate reductie (om tot een totaal van de noodzakelijke 29% te komen) wordt op de twee ijkmomenten doorgevoerd door alleen de meest kansrijke projecten door te laten gaan. Dat zijn de projecten die daadwerkelijk de potentie laten zien om nieuwe control points te realiseren en daarin voldoende voortgang laten zien. Dit wordt uitgevoerd middels KPI-monitoring en project ranking. De projecten worden gerankt in volgorde van kansrijkheid en kwaliteit, de projecten onderaan de rij vallen af. Zie verder paragraaf 2.2 voor een verdere toelichting.

[1] in de opbouwfase van het NXTGEN programma zijn al 2 keer portfolio keuzes gemaakt, die noemen we de ‘1e en de 2e convergentieslag’.

Tabel 40 uit het in oktober 2021 ingediende propositieformulier voorzag een inzet van Groeifondsmiddelen van 633M (tabel 1). De budgetreductie is weergeven in tabel 2.

Tabel 1: Vóór budgetreductie (oorspronkelijke Groeifondsbijdragen uit tabel 40 van ingediend propositieformulier)

Activiteit	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Groeifonds totaal (EUR)
Agrifood	5.1.2f								
Biomed									
Composiet									
Energie									
Laser Satcom									
Semicon									
Smart Industry									
System Engineering									
Open calls verdiepingsprojecten									
Internationaal									
Programmamanagement									
Totaal									

Tabel 2: Na budgetreductie (Groeifondsbijdragen obv voorliggend bijgesteld projectplan)

Activiteit	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Groeifonds totaal (EUR)
Agrifood	5.1.2f								
Biomed									
Composiet									
Energie									
Laser Satcom									
Semicon									
Smart Industry									
System Engineering									
Open calls verdiepingsprojecten									
Internationaal									
Programmamanagement									
Totaal									
Nog te reduceren ihkv stage gates 1 en 2									
GF-middelen beschikbaar									

Behoud percentage cofinanciering

Tabel 3 geeft de totale kosten, groeifondsbijdrage en procentuele groeifondsbijdrage uit tabel 32 van het ingediende propositieformulier weer.

Bij aanvang van het bijgestelde NXTGEN HIGHTECH programma (Tabel 4) heeft het portfolio aan toepassings- en verdiepingsprojecten (in de domeinen Agrifood, Biomed, Composiet, Energie, Laser Satcom, Semicon en Smart Industry) een omvang van 5.1 2.f bij een groeifondsbijdrage van 5.1 2.f oftewel een procentuele groeifondsbijdrage van 53,7%. Over het gehele bijgestelde NXTGEN HIGHTECH programma is bij aanvang de procentuele groeifondsbijdrage 54,9%. Ten opzichte van het oorspronkelijke groeifondspercentage van 55,5% (Tabel 3) is in het bijgestelde projectplan het groeifondspercentage en daarmee is de beoogde cofinanciering vanuit private partijen op peil gebleven.

Tabel 3: Percentage Groeifondsbijdrage vóór budgetreductie (oorspronkelijke kosten en Groeifondsbijdragen uit tabel 32 van ingediend propositieformulier)

Activiteit	Kosten Totaal (EUR)	Groeifonds bijdrage (EUR)	%GF bijdrage van Kosten Totaal	Kosten Totaal (EUR)	Groeifonds bijdrage (EUR)	%GF bijdrage van Kosten Totaal
Agrifood	5.1.2f					
Biomed						
Composiet						
Energie						
Laser Satcom						
Semicon						
Smart Industry						
System Engineering						
Open calls verdiepingsprojecten						
Internationaal						
Programmamanagement						
Totaal						

Tabel 4: Percentage Groeifondsbijdrage na budgetreductie (voorliggend bijgesteld projectplan)

Activiteit	Kosten Totaal (EUR)	Groeifonds bijdrage (EUR)	%GF bijdrage van Kosten Totaal	Kosten Totaal (EUR)	Groeifonds bijdrage (EUR)	%GF bijdrage van Kosten Totaal
Agrifood	5.1.2f					
Biomed						
Composiet						
Energie						
Laser Satcom						
Semicon						
Smart Industry						
System Engineering						
Open calls verdiepingsprojecten						
Internationaal						
Programmamanagement						
Totaal						
Nog te reduceren in het kader van stage gates 1 en 2						

NB1: De projectfasering en de beoordeling op stage gates loopt in een ritme van 3, 2 en 3 jaar. De budgetfasering loopt in een ritme van 4, 2 en 2 jaar i.v.m. noodzakelijke overbruggingsmiddelen na een evaluatie moment. Voor projecten, die na een stage gate afvallen, wordt de financiering direct gestopt.

Tabel 5: Bijgestelde project- en budgetfasering in de tijd

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Totaal
Budgetten toepassings- en verdiepingsprogramma's									
Reductie bij stage gates									
Overige activiteiten									
Projectfasering									
Budgetfasering									



NB2: De BAC geeft aan: *De middelen voor fase 2 en 3 zullen voorwaardelijk worden toegekend als de tussenevaluaties positief zijn.*
We zoeken naar de juiste interpretatie van deze zin wat betreft het proces rondom de eventuele omzettingen, en de rollen van de verscheidene betrokkenen.
Op basis van het overleg met de stafdirectie NGF stellen we voor dat de beoordelings-adviescommissie in enige vorm een rol blijft spelen bij de besluitvorming in de stage gates, ter ondersteuning van een goede ontwikkeling van het programma. De inzet hierbij is dat het projectportfolio en de activiteiten eventueel worden bijgesteld op basis van de uitkomsten van de tussenevaluaties, inclusief de hiermee gepaard gaande kasritmewijzigingen, en dat dit door de stichting wordt voorgelegd aan de commissie ter review. Bij een eventuele positieve omzetting na indiening van deze oplegger kunnen de middelen van fases 1-3 dan direct aan EZK worden overgeheveld, waarmee vertraging ten gevolge van extra tussentijdse parlementaire autorisatie wordt voorkomen. Hoe we dit precies vormgeven, en ook hoe de verantwoordelijkheden van het consortium, EZK, beoordelingsadviescommissie zich tot elkaar verhouden, stellen we voor na een eventuele omzetting uit te werken.

NB3: Voor de middelstromen die via ESA en NWO lopen worden aanvullende afspraken gemaakt zodanig dat de stichting NXTGEN HIGHTECH voldoende invloed behoud op de inzet ervan, gedurende de looptijd van het programma.

1.3 Toelichting budgetreductie en – spreiding

Onder aansturing van de stuurgroep en de werkgroep NXTGEN HIGHTECH hebben de domein-, en projectconsortia de reductie- en spreidingsscenario's opgesteld, in lijn met de accenten zoals die door de BAC zijn aangegeven. Dit proces is binnen de gestelde tijd, zorgvuldig en consciëntieus uitgevoerd. De cofinanciering is op peil gebleven. De partners in de projectconsortia zijn per mail geïnformeerd over het resultaat van deze budgetreductie en -spreiding scenario's. De stuurgroep NXTGEN HIGHTECH komt op basis hiervan tot de conclusie dat het NXTGEN programma, met gerichte aanpassingen en funnelsturing, binnen het beschikbaar gestelde budget kan worden gerealiseerd

Toelichting. Het beeld vanuit de stuurgroep en werkgroep is dat budgetreductie op een aantal punten mogelijk is gebleken door:

- Plannen bij te stellen en (potentieel) elders andere financiering te mobiliseren.
- Plannen bij te stellen door de resultaatambities terug te schroeven.

- Projecten geheel of gedeeltelijk te schrappen, omdat deze relatief minder bijdragen aan de kerndoelstellingen van het domein.
- De door CPB aangewezen projecten, te veel gericht op de business-ontwikkeling van 1 bedrijf (en dus kritisch met betrekking tot de legitimiteitsvoorwaarde), budgettair extra aan te passen. Concreet betreft dat o.a. de 5.1 2.f in het agrofood domein (onderdeel van project Agrifood03) en 5.1 2.f in het semicon domein (project Semicon06). Voor de andere, door het CPB benoemde projecten, is nader toegelicht hoe aan de legitimiteitsvoorwaarde kan worden voldaan.

Concreet betekent de budgetreductie het volgende voor de deelprogramma's:

- De domeinen Agrifood, Biomedisch, Composiet, Energie worden bij aanvang met 15% gekort, Semicon met 23% en Laser satcom met 10%. De resterende terugschaling om tot 29% budgetreductie te komen volgt tijdens de stage gates.
- Een uitzondering hierin is het verdiepingsprogramma Smart Industry. Dat wordt bij aanvang 30% gekort, maar zal niet verder gekort worden tijdens de stage gates. De Smart Industry projecten zullen vanzelfsprekend wel gereviewd worden tijdens de stage gates met mogelijke budgetverschuivingen binnen het programma Smart Industry tot gevolg, maar op het totaalbudget zal – indien de kwaliteit bij de reviews voldoet - niet verder worden gekort.

Als toelichting op bovenstaande gelden de volgende overwegingen per domein[2]:

Biomedische productietechnologie

- Budget reductie van -15% is gerealiseerd.
- Alle projecten zijn gekort op de GF bijdrage en dat is ook met de cofinanciering gebeurd. Om de cofinanciering op peil te houden dragen de private partners procentueel iets meer bij.
- Bij de one-stop-shop zijn belangrijke overkoepelende posten behouden gebleven, en is op faciliteiten gekort. Om dit deels op te vangen zal samenwerking met het Smart Industry programma worden gezocht.
- Budgetspreiding in de tijd is gerealiseerd zoals uitgevraagd.

Semicon

- Er is een budgetreductie van -23% doorgevoerd. Deze wijkt af van de gestelde -15% omdat er in een aantal projecten een extra reductie is doorgevoerd. Zie hieronder.
- Budgetspreiding is de tijd is gerealiseerd zoals uitgevraagd.

Opmerkingen:

- Met uitzondering van de projecten waar het CPB kritisch op is[3], is de budgetreductie over alle partners op gelijkwaardige wijze doorgevoerd.
- Voor alle projecten waar het CPB kritisch op is, geldt dat de ontwikkeling van de apparatuur (depositie, pick- and place and back-end) die gerealiseerd wordt belangrijk is om de nieuwe fotonica-ontwikkelingen op schaal mogelijk te maken. Daarbij passen deze projecten integraal in het semicon-domein.
- Omdat het 5.1 2.f -project (project Semicon01) een zeer beperkte omvang kent (3,04M groeifondsbijdrage in oorspronkelijk scenario) en omdat het hier gaat om een

[2] Meer gedetailleerde toelichtingen per domein op de kostenreductie zijn eventueel beschikbaar.
[3] Kanttekening bij de kritiek van het CPB op specifieke projecten is dat, zoals de BAC zelf ook aangeeft, het CPB alleen de projecten in de toepassingsprogramma's heeft beoordeeld. En daarbij niet het synergie en spill-over effect, dat ontstaat door de uitvoering van de verdiepingsprogramma's en de ecosysteemactiviteiten, heeft meegenomen.

relatief kleine MKB-onderneming, is er voor gekozen hier alleen 15% budgetreductie door te voeren.

- In het 5.1 2.f project (project Semicon03) is de groeifondsbijdrage met 51% gekort op basis van CPB-feedback. 5.1 2.f heeft daarnaast deel van resterend budget overgeheveld richting twee verdiepende projecten (Semicon02 en Semicon05) om synergie en spill-over beter te borgen.
- Het 5.1 2.f project (project Semicon06) is de groeifondsbijdrage 30% extra gekort bovenop het -15% scenario op basis van de CPB-feedback. 5.1 2.f heeft de eigen bijdrage t.o.v. de Groeifondsbijdrage opgehoogd (60/40).

Agrifood

- Budgetreductie van -15% is gerealiseerd.
- Mede n.a.v. de opmerkingen van het CPB is het budget voor de 5.1 2.f (onderdeel van project Agrifood03) extra gekort en zijn een aantal activiteiten overgeheveld naar centrale ecosysteemactiviteiten om synergie en spill-over beter te borgen.
- Bij de use case ready-made meals, wordt een brede samenwerking tot stand gebracht tussen verschillende bedrijven voor generieke en integrale toepassingen voor lijnoptimalisatie in verschillende werkplekken (dus niet enkel voor 5.1 2.f). Dit zal het gehele ecosysteem ten goede komen.
- Het project rondom de Oogstrobot (onderdeel van project agrifood02) is in overleg met de partners in het consortium aangepast, waarbij de betrokken bedrijven meer de focus zullen leggen op platformintegratie.
- De ontwikkelingen rondom data-infrastructuur en digital twin zijn middels het ecosysteem en de field lab locaties (zoals 5.1 2.f) toegankelijk voor een breed scala aan partners, binnen en buiten NXTGEN HIGHTECH.
- Budgetspreiding in de tijd is zover mogelijk doorgevoerd. Partners zetten in op korte termijn.
- Verdeling subsidie-private bijdrage is nagenoeg gelijk gebleven (%GF was 53%, is 54% geworden in 15% reductiescenario).

Laser satcom

- Er is een budgetreductie van -10% gerealiseerd. Deze wijkt af van de gestelde -15% om de volgende redenen. Door de combinatie van al langere tijd beschikbare, zeer concrete plannen en commitments enerzijds en de opeenvolgende reductieslagen (m.n. de tweede en derde inclusief ESA korting) anderzijds komt ambitie als geheel in de knel. De harde leveringsverplichtingen van ESA dwingen concrete harde commitments van de partners af. Tegelijkertijd is niet gekort op de MKB-activiteiten en moeten ecosysteemactiviteiten in stand blijven om spill-over effecten te borgen. Dan kan er nog maar beperkt in de projecten worden geschrapt, met behoud van de kernambitie van het programma.
- Budgetspreiding in de tijd is gerealiseerd zoals uitgevraagd.

Opmerkingen:

- Hoewel sommige projecten worden getrokken door 1 OEM maken deze in alle gevallen deel uit van een breder cluster aan (kennis)leveranciers. Zo wordt geborgd dat de baten van projecten breed neerslaan. Zie tabel hieronder:

Tabel 6: Projecttrekkers en Nederlandse partijen in hun cluster

#	Cluster	Rol	Nederlandse partijen in cluster
1	[redacted]	OEM	[redacted]
2		OEM	
3		OEM	
4		OEM	
5	FSO instruments " Joint Venture in oprichting"	Productie & Integratie	
6	Overige partijen in ecosysteem	Productie componenten	

Energie

- Budget reductie van -15% is gerealiseerd.
- Budgetspreiding over de tijd is zover mogelijk doorgevoerd, maar verdere spreiding van het budget in de tijd stuit op problemen in verband met de hoeveelheid pilot lines die hier wordt gerealiseerd. Partners zetten in op korte termijn.
- De partners zijn op de hoogte van de budgetreductie.

Opmerkingen:

- Domeintrekker heeft aangegeven niet goed te kunnen differentiëren tussen projecten met betrekking tot het doorvoeren van de budgetreductie.
- Vanwege enkele last-minute wijzigingen in het projectenportfolio (wegvallen van Bosch-elektrolyser project) is een van de projecten met te weinig budget in het propositieformulier geland. In overleg met de werkgroep is besloten om de gevraagde scenario's door te voeren op het oorspronkelijke budget, maar dat betekent wel dat de budgetreductie scenario's van -10, -15 en -20% daadwerkelijk minder hoog zijn dan de gevraagde percentages.
- Groot deel van de activiteiten wordt ingevuld met behulp van project lines die volgens de roadmaps van deze bedrijven al binnen enkele jaren moeten worden gerealiseerd. Ook gegeven het start/scale-up karakter van deze bedrijven hebben ze moeite aan te geven hoe hun budget > 4 jaar er uit komt te zien. Deze fasering zat in het oorspronkelijke propositieformulier, maar beperkt de funnelsturing.
- De projecten waar sprake is van pilot-lijn ontwikkeling zijn niet nader gekort omdat in alle gevallen sprake is van meerdere toeleveranciers dan wel eindgebruikers met in-kind bijdrages. Bijvoorbeeld: in project Energie03, Plasma omzetting methaan zijn Shell en Borealis als toekomstige eindgebruikers met een in-kind bijdrage betrokken, voor project Energie07 levert een partij als Magneto een in-kind bijdrage om materiaalontwikkelingen ook *buiten* het NGF-project te kunnen toepassen. Voor project Energie10, ZEF, geldt dat dit een consortiumsamenwerking is van 6 bedrijven en 2 kennisinstellingen waarvan meer dan 2/3e van de projectkosten door partijen buiten ZEF wordt gemaakt.

Composiet

- Budgetreductie van -15% is gerealiseerd
- Budgetspreiding over de tijd is doorgevoerd.
- De partners zijn op de hoogte van de budgetreductie.

Opmerkingen:

- Percentage subsidiebijdrage in domein composiet was vrij hoog in de originele aanvraag (~65%). Daarom is harder gesneden in de bijdragen van kennisinstellingen. De belangrijkste reden om niet de 15% kaasschaaf methode toe te passen maar de kennisinstellingen harder te snoeien is om percentage GF bijdrage - private bijdrage beter te maken, dat is nu ongeveer 60%.
- Voor de bedrijven is scherper gekeken naar inschaling van type onderzoek, veel fundamenteel onderzoek omgeschreven naar industrieel onderzoek. Daardoor wordt de subsidiebijdrage die bedrijven ontvangen lager. Het budget voor Airborne is verlaagd.
- Ook is er geschrapt in specifieke demonstratieprojecten (met name van productielijnen) en hardware

Smart Industry

- Budget reductie van -30% is gerealiseerd bij aanvang van het programma
- Geen budgetreductie tijdens de stage gates, mits positieve review en aan de KPI's wordt voldaan.
- Budgetspreiding over de tijd is doorgevoerd.

Opmerkingen:

- Het gereduceerde budget is naar achter geschoven in de tijd t.o.v. de budgetverdeling over de jaren in het propositieformulier. Er is gekozen voor minder budget in de eerste twee jaren, en meer budget voor de latere jaren (met een piek in jaar 3 en 4). De redenering hiervoor is dat productieontwikkeling (Smart Industry) een andere dynamiek kent (later in het programma) dan productontwikkeling (de toepassingsdomeinen).

Spreiding van budget in de tijd

De spreiding van de budgetten in de tijd is een belangrijk aandachtspunt voor de verschillende toepassingsdomeinen van NGHT. In de uitvraag naar de verschillende toepassingsdomeinen is aan domeintrekkers gevraagd om met een fasering te komen waarbij een duidelijke spreiding van het budget over de tijd aanwezig is, zodat door de stichting een effectieve vorm van stage gating kan worden uitgevoerd. Daarbij is aangegeven dat er globaal 15% reductie van de vraag naar Groeifondsbijdrage bij de start moet worden gerealiseerd, nog eens 10% tijdens een stage gate moment na 3 jaar en nog eens 5% na 5 jaar.
Om op de twee stage/gate momenten na 3 jaar en 5 jaar een goed funnelproces te doorlopen is het van belang dat, er dan nog 'voldoende budget over is'.
Op het eerste stage/gate moment vindt er een bezuiniging van 10% (circa 57,1 miljoen euro) op het eerder ingediende groeifondsbudget plaats. Op dat moment resteert er nog circa 284 miljoen euro aan financieringsvraag naar groeifondsbudget vanuit de toepassingsprojecten, terwijl er nog 193 miljoen euro beschikbaar is. De 10% funnelsturing betekent dan dat (100*57,1/285 =) 20,1% de resterende financieringsvraag niet gehonoreerd wordt.
Op het tweede stage/gate moment, na 5 jaar vindt er een bezuiniging plaats van 5% (circa 28,6 miljoen euro). Er resteert dan nog 108 miljoen euro aan financieringsvraag naar groeifondsbudget terwijl er 75 miljoen euro beschikbaar is. De 5% funnelsturing betekent dan dat (100*28,6/108 =) 26,5 % van de dan nog resterende financieringsvraag niet gehonoreerd wordt.

Met deze aanpak (globaal 15% bij aanvang, en resterende reductie via funnelsturing), hebben wij de gevraagde budgetreductie weten te realiseren en tegelijkertijd de funnelsturing in het programma significant versterkt en gekwantificeerd.

Sommige domeinen zijn op inhoudelijke gronden afgeweken van de gevraagde spreiding, waarbij er gekozen is voor een verschuiving van het budget naar voren of naar achteren. De onderbouwing van deze keuzes zijn per domein steekhoudend en daarom ook goedgekeurd. Echter, dat betekent wel een nuancering in het stage gate proces. Als dit, volledig open, op programmaniveau zou worden doorgevoerd kunnen domeinen die hun budget naar achteren hebben geschoven extra hard worden getroffen. Om dit negatieve bijeffect te voorkomen, lijkt het redelijk om het funnelproces primair per domein te doorlopen, zodat domeinen die het budget meer spreiden in de tijd niet worden benadeeld. Bij achterblijvende resultaten op domeinniveau kan daar, in tweede instantie, van worden afgeweken.

2. Synergie in het programma, funnelsturing, KPI's en maatschappelijke effecten

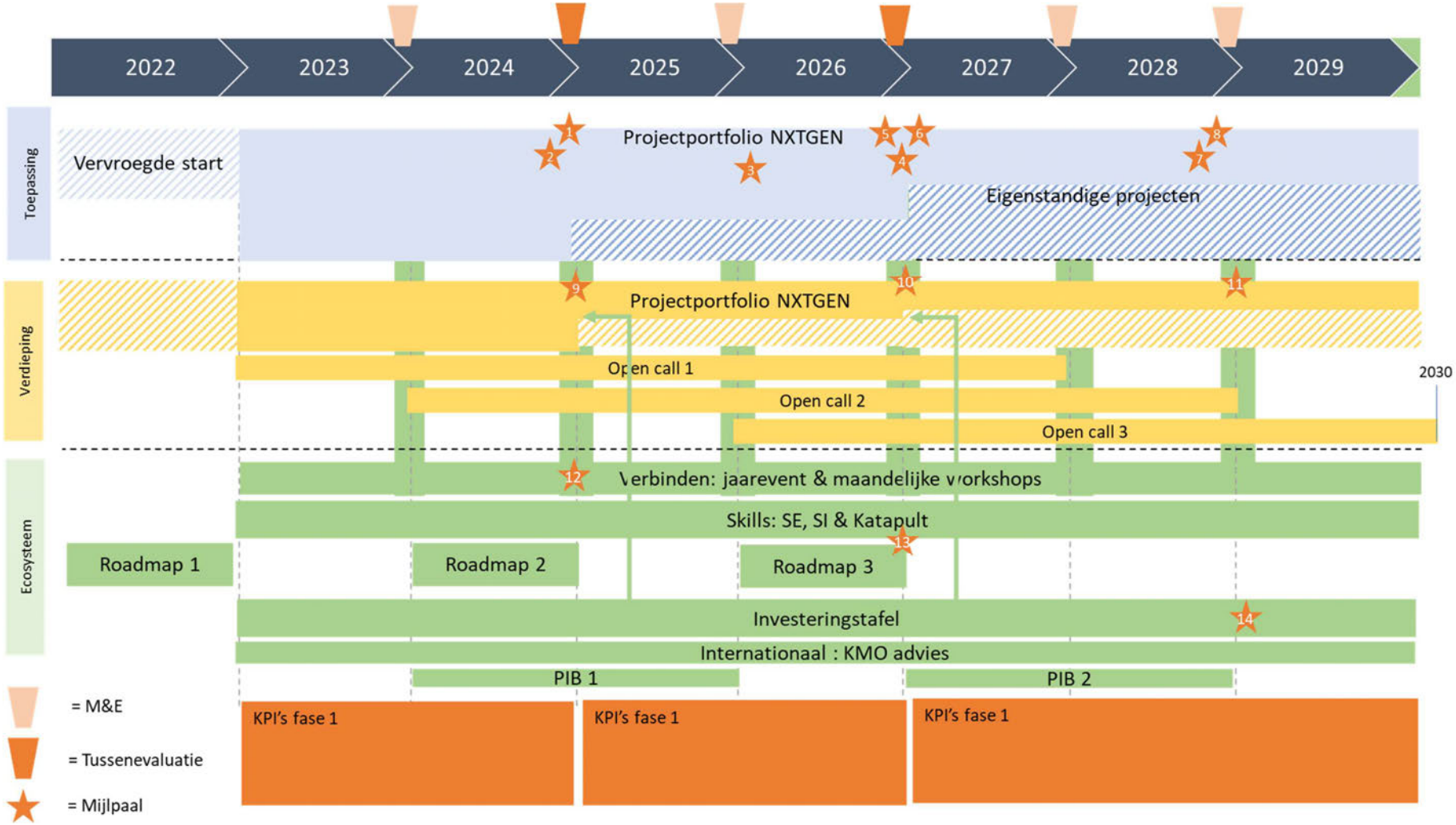
Feedback BAC:

- *De beschrijving van de synergiën tussen de verschillende programmaonderdelen is minder sterk volgens de commissie. Ook PwC constateert dat de synergiën slechts beperkt verankerd zijn in de voorgestelde activiteiten, roadmaps en in de sturingsmaatregelen. Relevante vragen die onbeantwoord blijven, zijn bijvoorbeeld: wat is de impact als er een project misgaat, hoe wordt het grotere geheel verstoord en wat zijn de control-maatregelen? Een integrale planning met heldere mijlpalen, activiteiten en afhankelijkheden ontbreekt bovendien in het voorstel. Gezien de beoogde samenhang zou dit een waardevolle toevoeging zijn, aldus PwC.*
- *Rapporteer in de tussenevaluaties ook over maatschappelijke effecten zoals de bijdrage aan een optimale gezondheidszorg, veilige communicatie, en verduurzaming van de voedselketen. p.55 Hoewel de commissie deze redeneerlijn op hoofdlijnen volgt, acht zij het actief sturen op, en het monitoren van, maatschappelijke effecten noodzakelijk. Dit verdient nadere uitwerking.*
- *Gesprek stafdirectie: KPI's en planning mag op hoofdlijnen, project KPI's bij subsidie. Zet scherper neer op welke maatschappelijke KPI's je gaat sturen.*

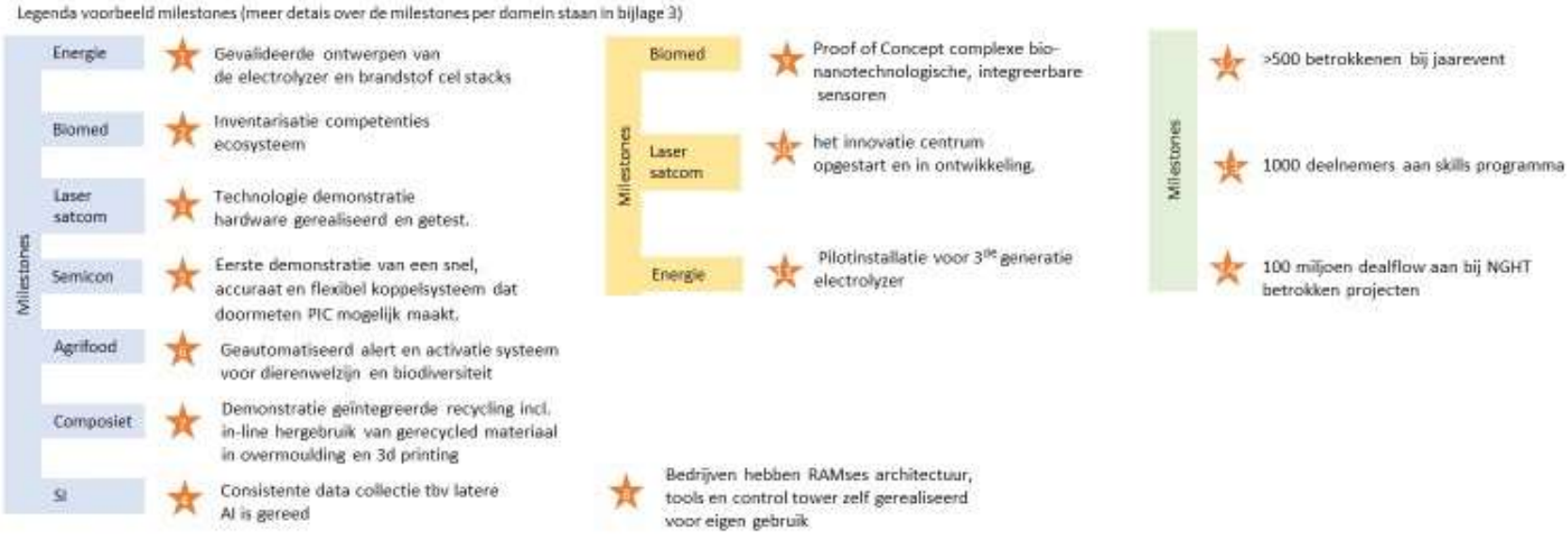
2.1 Integrale planning met heldere mijlpalen

Het NXTGEN HIGHTECH programma wordt enerzijds gedreven door de marktgerichte dynamiek in de toepassingsprogramma's (verwerven control points) en anderzijds wordt de vernieuwing van het ecosysteem geborgd met de kennisverdieping op sleutel- en systeemtechnologieën en de activiteiten in de ecosysteempijler.
Zoals eerder toegelicht, is de synergie in het NXTGEN HIGHTECH programma gebaseerd op het verder versterken van de unieke samenwerking tussen de hightech partners en het gezamenlijk leren van en met elkaar. Het versterken van deze synergie gebeurt door te sturen op samenhang, interactie en kennisdeling te stimuleren en daar waar zinvol en mogelijk activiteiten te bundelen.
In onderstaande integrale planning is te zien hoe:

- de toepassingsprogramma's op de twee evaluatiemomenten worden beoordeeld. Daar vindt stage gating plaats, wordt de bijdrage van de projecten aan de over-all programmadoelstellingen vastgesteld en wordt ook de laatste 15% budgetreductie doorgevoerd door het schrappen, dan wel, het elders onderbrengen van projecten.
- de NWO open calls in de tijd worden uitgezet om maximale synergie in het programma te creëren. Dit gebeurt o.a. door voorwaarden te stellen aan de open calls zoals beschreven in paragraaf 3.1.2.8 in het propositieformulier, bv dat de calls meerdere toepassingsdomeinen moeten bedienen, de calls open staan voor meerdere systeem- en sleuteltechnologieën, deelname van meerdere externe partijen en kennisinstellingen en de voorwaarde van 30% private matching.
- (de realisatie van) de zes ecosysteemactiviteiten-clusters in de tijd zijn uitgezet zodat synergie en versterking van het ecosysteem wordt geborgd.



Figuur 1: Integrale planning NXTGEN HIGHTECH (legenda zie figuur 2)



Figuur 2: Legenda bij integrale planning NXTGEN HIGHTECH (figuur 1)

Als een NXTGEN HIGHTECH project wordt gestopt is de brede impact op het ecosysteem beperkt. De inzet op dwarsdoorsnijdende activiteiten in het programma, nl. de verdiepingsprojecten en de ecosysteemactiviteiten, borgen dat kennis en leerervaringen niet op geïsoleerde eilanden worden ontwikkeld maar breed worden gedeeld in het ecosysteem en dus ook elders effect sorteren. Uiteraard voor zover de bedrijfsvertrouwelijkheid dat toelaat. Daarnaast is de inzet dat projecten, die marktrijp worden, steeds meer uit andere bronnen worden gefinancierd en om die reden niet meer vanuit het NXTGEN programma worden gefinancierd (de hierboven genoemde 'eigenstandige projecten') . Ten slotte vallen projecten, die een geringe kans op marktimpact blijken te kunnen realiseren af. En daarmee is dus ook de negatieve marktimpact beperkt.

2.2 Funnelsturing en KPI's

De funnelsturing ('stage gating') wordt uitgevoerd middels KPI-monitoring en project ranking. De projecten worden gerankt in volgorde van kansrijkheid en kwaliteit, de projecten onderaan de rij vallen af en/of worden uit andere bronnen gefinancierd. Hieronder is een uitwerking hiervan op hoofdlijnen beschreven. Uitwerking vindt plaats na eventuele goedkeuring, in globale vorm bij de subsidie-indiening, en meer gedetailleerd in aanloop naar de project ranking voor fase 2. Hierin worden dan ook de verworven inzichten van de eerste 2 jaar programma-uitvoering meegenomen.

Procedure

Allereerst zullen de toepassingsprogramma's zorgvuldig worden gemonitord. Gezien de te verwachten (markt- en innovatie-)dynamiek in het NXTGEN HIGHTECH programma is het nu niet goed te voorspellen wat er bij de twee stage gates gaat gebeuren. Daartoe zullen de projecten nauwgezet worden gevolgd middels rapportages op KPI's (zie hieronder), actieve en directe betrokkenheid van domeintrekkers in de projectconsortia aangestuurd vanuit het programmabureau (zie onder governance) en de vereiste deelname aan kennis- en netwerkbijeenkomsten. Vanzelfsprekend wordt op deze wijze zoveel mogelijk werkende weg, en binnen de programmakaders bijgestuurd.

Bij de evaluatiemomenten loopt de procedure als volgt:

- De projectconsortia leveren 3 maanden voor het evaluatiemoment een rapportage op met daarin de voortgang op inzet- en budgetrealisatie, mijlpalen en KPI's
- Op basis deze van informatie stelt de programmadirectie NXTGEN HIGHTECH, met medeneming van de input van de domeintrekkers, een beoordeling op. Deze is zowel kwantitatief als kwalitatief.
- De programmadirectie stelt op basis hiervan een project ranking op, eventueel met enkele varianten, die aan het NXTGEN HIGHTECH bestuur ter besluitvorming wordt voorgelegd.
- Het bestuur besluit welke projecten doorgaan en welke projecten (onder aan de rij) afvallen.
- Waar zinvol en mogelijk ondersteunt het NXTGEN HIGHTECH programma bij het vinden van vervolgfinanciering elders (zie ook 4. Blended finance)

Deze procedure zal nog nader worden uitgewerkt als onderdeel van de definitieve subsidieaanvraag en meer gedetailleerd in aanloop naar het eerste evaluatiemoment.

KPI's

De KPI's zijn inmiddels grotendeels uitgewerkt. De KPI's zullen op project- en programmaniveau, na een eventuele goedkeuring van de opnieuw ingediende aanvraag, in aanloop naar de definitieve subsidieaanvraag verder uitgewerkt worden. Hierbij volgt ook een nadere uitwerking van de roadmaps. Wel zullen de programmadoelstellingen (programma KPI's) aangepast worden aan de nieuwe fasering, dit betreft bijv. het aantal publicaties en het aantal deelnemers aan skillsprogramma's (zie tabel 4, pagina 32 van het propositieformulier). De KPI's zullen, na goedkeuring van het bijgestelde programmaplan door de BAC, nader worden uitgewerkt. Voor

aantal publicaties en octrooien is dit al opgenomen in bijlage 2, evenals het aantal deelnemers aan skills programma's, internationaliseringsactiviteiten etc.

2.3 Maatschappelijke effecten

In het NXTGEN HIGHTECH programma wordt de nieuwe generatie hightech equipment ontwikkeld die een oplossing bieden voor de maatschappelijke uitdagingen van onze toekomstige generatie kinderen en kleinkinderen. Dit betekent dat tijdens de looptijd van het programma zal worden getoetst of de projecten daadwerkelijk een bijdrage gaan leveren aan deze maatschappelijke uitdagingen en hoe groot de kans van slagen daarop is. In paragraaf 5.3 uit het propositieformulier, Maatschappelijke kansen en effecten, wordt beschreven welke effecten worden beoogd. In onderstaande tabel wordt een eerste aanzet gegeven voor concretisering van deze KPI's per domein.

Tabel 7: Eerste aanzet concretisering KPI's per domein

Domein	**Missie uit MTIB**	**KPI**
Laser satcom	In 2030 heeft Nederland een operationeel Inzetbare ruimtevaartcapaciteit voor defensie en veiligheid.	Technologische oplossingen ontwikkeld die veiliger is dan radio, de communicatie is hierdoor minder makkelijk te verstoren of af te tappen.
Energy conversion and storage	Een volledig CO2- vrij elektriciteitssysteem in 2050.	Waterstofstack(onderdelen) ontwikkeld die bijdragen aan een volledig CO2 vrij elektriciteitssysteem.
Biomedical production technology	In 2040 leven Nederlanders tenminste vijf jaar langer in goede gezondheid, en zijn de gezondheidsverschillen tussen de laagste en hoogste sociaaleconomische groepen met 30% afgenomen.	Patiënt-eigen Organ-on-Chip toepassingen gemaakt, die R&D kosten verlagen en gepersonaliseerde therapieën mogelijk maken waardoor steeds meer mensen toegang kunnen krijgen tot betaalbare zorg.
Semicon equipment for heterogenous integration	In 2040 leven Nederlanders tenminste vijf jaar langer in goede gezondheid, en zijn de gezondheidsverschillen tussen de laagste en hoogste sociaaleconomische groepen met 30% afgenomen.	Nieuwe semicon oplossingen gerealiseerd voor heterogeneous integration, die e-health oplossingen mogelijk maken waardoor steeds meer mensen toegang kunnen krijgen tot betaalbare zorg en ook preventie van zorg bewerkstelligd wordt door een gezondere levensstijl te bewerkstelligen.
Flexible micro factory for composites	CO2 emissiereductie	Oplossingen ontwikkeld voor lichtere transport en mobiliteitsoplossingen, duurzamer grondstof gebruik en recycling waardoor CO2 uitstoot teruggedrongen kan worden.
Handsfree agrifood	In 2050 is het systeem van landbouw en natuur netto klimaatneutraal (gedeelde missie met het thema Energietransitie en Duurzaamheid)	Technologische oplossingen ontwikkeld, die zorgen voor efficiënter gebruik van bodem en grondstoffen, door handelingen te automatiseren en te richten op de best mogelijke uitkomsten o.b.v. data.

3. Openheid voor nieuwkomers

Feedback BAC:

- *Verbeter de openheid van het programma door zowel bij de start van het programma als tijdens tussentijdse evaluatiemomenten van toepassingsprogramma's expliciet ruimte te bieden aan nieuwe toetreders. Ontwikkel activiteiten die hierop gericht zijn.*
- *P. 55: Dit gaat zowel om het toetreden tot consortia, als om het gebruik maken van de ontwikkelende faciliteiten of technologieën. Specifieke aandacht dient daarbij uit te gaan naar aansluiting van bedrijven uit regio's met minder sterk ontwikkelde en georganiseerde hightechecosystemen.*
- *Gesprek Stafdirectie: Ook helderder formuleren welke activiteiten we al doen*

Op verschillende manieren betrekt NXTGEN HIGHTECH nieuwe bedrijven bij het bouwen aan de volgende generatie High Tech Equipment:

NXTGEN HIGHTECH betrekt al bij de start vele nieuwe jonge bedrijven ('nieuwe toetreders'). Een kwart is 5 jaar of jonger. Het intensieve voortraject van 2 jaar heeft NXTGEN HIGHTECH in staat gesteld vele nieuwe toetreders te betrekken, die zich sterk maken om in de zes gekozen toepassingsdomeinen nieuwe control points te verwerven.

Nieuwe bedrijven (die nog niet meedoen in consortium) kunnen mee doen in de open innovatiecentra van NXTGEN HIGHTECH . Het betreft de 2 nieuwe open innovatiecentra die worden opgericht (Lasersatcom innovatiecentrum en Biomedtech Centre) en reeds bestaande open innovatiecentra (SAM XL en Proefboerderijen). Deze faciliteiten zijn vrij toegankelijk, waarbij afhankelijk van het centrum specifieke afspraken met betrekking tot lidmaatschapsgelden of andere vergoedingen en intellectueel eigendom worden gemaakt. Vanuit deze centra wordt actief ingezet op kennisdisseminatie en acquisitie. Hier zijn binnen de desbetreffende projecten ook budgetten voor gealloceerd.

Nieuwe bedrijven kunnen als partner aanhaken in de NWO open calls. Vanuit de ecosysteempijler en de ROM's worden nieuwe bedrijven geïnteresseerd voor deze call. Hiertoe wordt onder andere een roadshow georganiseerd langs verschillende NHGT locaties.

Nieuwe bedrijven kunnen als partner aanhaken in lopende toepassingsprojecten. Omdat er bij de toepassingsprojecten wel veelal sprake is van afgekaderde projectconsortia met duidelijke milestones en deliverables, ligt het initiatief hier primair bij de consortia zelf. Consortia gaan zelf actief op zoek naar nieuwe bedrijven op specifieke onderwerpen waar aanvullende expertise nodig is. Hierbij wordt ook gebruikt gemaakt van de kennis en netwerken van regionale ontwikkelingsmaatschappijen, die inmiddels een landsdekkend netwerk vormen.
Nieuwe bedrijven kunnen ook zelf contact leggen met consortia wanneer zij een belangrijke toegevoegde waarde kunnen bieden. Dat kan bijvoorbeeld tijdens de hieronder beschreven 'mix and match' sessies of de Learning Community sessies.

Nieuwe bedrijven kunnen nieuwe projecten voorstellen rond de stage gates (2024/2025 en 2026/2027). Het programmabureau zal hier partijen actief toe aanmoedigen. Hiertoe worden partijen opgeroepen via de regionale netwerken, betrokken brancheorganisaties, kennispartijen, etc. en specifieke activiteiten ontwikkeld rondom netwerkevenementen, beurzen etc. De mate waarop hier ruimte toe is zal in aanloop naar de stage gates bepaald

worden, omdat de hoeveelheid beschikbaar budget afhankelijk is van de voortgang van de overige projecten. Zie ook de procesomschrijving in paragraaf 2.2.

De openheid voor nieuwkomers hangt samen met de ontwikkeling van het ecosysteem en de invulling van kennisdisseminatie. Hier wordt dan ook een brede set aan ecosysteemactiviteiten georganiseerd in samenwerking met bestaande regionale netwerken en clusters in heel Nederland. Zo organiseert NXTGEN HIGHTECH jaarlijks een conferentie waarop de verscheidene NGHT consortia hun projecten presenteren aan een breed publiek van bedrijven. In 'mix and match' sessies tijdens deze conferenties verkennen NGHT projectconsortia en geïnteresseerde bedrijven de mogelijkheden voor verdere samenwerking. NGHT organiseert verder een learning community met jaarlijks een vijftal workshops rondom specifieke doorsnijdende vraagstukken voor de verschillende toepassingsdomeinen. Ook bedrijven die geen onderdeel uit maken van projectconortia kunnen hieraan deelnemen. Daarnaast is binnen de ecosysteempijler smart capability booster capaciteit gealloceerd voor liaison officers om zo de openheid (inbound & outbound) te optimaliseren.

NXTGEN HIGHTECH zoekt samenwerking met EFRO fondsen om ook bedrijven uit de minder gekende hightech regio's mee te nemen. De NXTGEN HIGHTECH locaties beperken zich niet tot de eigen regio, maar zijn toegankelijk voor bedrijven uit heel Nederland. Ook wordt door het betrekken van de landsbekkende ROMs geborgd dat breed kennis verspreid wordt, hoewel het betrekken van bedrijven uit minder ontwikkelde hightech regio's geen KPI van het programma op zich is.

Tenslotte:
We achten het vrij maken van budget voor 'open calls' t.b.v. volledig nieuwe waardeketens en/of control points onwenselijk, omdat het programma dan weer gaat divergeren terwijl het programma nu juist moet convergeren. Onze interpretatie van de toekenning van het programma is dat het voorgestelde programma, met deze inhoudelijke ambities, moet worden uitgevoerd.

Bijlage 1: Budgetreductie per project

Tabel 8: Budgetreductie per project

Activiteit	Kosten Totaal oorspronkelijk (EUR)	Groeifonds bijdrage oorspronkelijk (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal oorspronkelijk	Kosten Totaal aangepast plan (EUR)	Groeifonds bijdrage aangepast plan (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal aangepast plan
Agrifood						
Agrifood 01: Innovatiepakket 1 Hightech Grondgebonden landbouw						
Agrifood 02: Innovatiepakket 2 Handsfree Glastuinbouw						
Agrifood 03: Innovatiepakket 3 Handsfree Voedselverwerking						
Biomed						
Biomed 01: One-Stop-Shop						
Biomed 02: Lab-on-Chip						
Biomed 03: Organ-on-Chip						
Biomed 04: Artificial Organs						
Biomed 05: NXTGEN Celproductietechnologie						
Composiet						
Composiet 01: Digitale composiet automatisering voor een duurzame luchtvaart						
Composiet 02: Digitale Micro-factory enabling lightweight E-mobility						
Composiet 03: Efficient & Proven Zero Defect Robotic Manufacturing						
Energie						
Energie 01: 3D battery pilot line production						
Energie 02: Next-gen equipment voor batterijen en batterijmaterialen						
Energie 03: Plasma omzetting methaan						
Energie 07: PHOENIX-Alkalina						
Energie 08: Derde-generatie electrolyser						



Activiteit	Kosten Totaal oorspronkelijk (EUR)	Groeifonds bijdrage oorspronkelijk (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal oorspronkelijk	Kosten Totaal aangepast plan (EUR)	Groeifonds bijdrage aangepast plan (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal aangepast plan
Energie 10: Massa productie van ZEF micro-plants voor betaalbare solar fuel						
Laser Satcom						
Laser Satcom 01: project 01000 Sat - Sat						
Laser Satcom 02: project 02000 Grond - Grond						
Laser Satcom 03: project 03000 Satelliet - Grond QKD						
Laser Satcom 04: project 04000 Verre ruimte / HPE						
Laser Satcom 05: project 05000 Smallsat - Grond DTE						
Laser Satcom 06: project 06000 Grond - Satelliet Feederlink						
Laser Satcom 07: project 07000 Vliegtuig / Schip - Satelliet						
Laser Satcom 10: project 10000 Innovatie centrum						
Laser Satcom 11: project 11000 Technologie ontwikkeling						
Semicon						
Semicon 01: Process optimization for high TRL & high MRL PLD						
Semicon 02: Next Generation High Tech System architectures						
Semicon 03: NXTGEN Chip Assembly Equipment						
Semicon 04: (Nano) Metrologie Systemen						
Semicon 05: Technologie-programma 'Deposition and Printing for Heterogeneous assembly'						
Semicon 06: Kulicke & Soffa Odin						
Semicon 07: NXTGEN Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment						
Semicon 08: Metrologie Equipment voor Kritisch Opschalen van Pic Productie						
Semicon 09: Assembly & Packaging Equipment voor high volume PIC Productie						
Smart Industry						
Smart Industry 01: NXT GEN Autonomous Factory						

Activiteit	Kosten Totaal oorspronkelijk (EUR)	Groeifonds bijdrage oorspronkelijk (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal oorspronkelijk	Kosten Totaal aangepast plan (EUR)	Groeifonds bijdrage aangepast plan (EUR)	%GF bijdrage van kosten totaal aangepast plan
Smart Industry 02: NXT GEN Smart Enabling Technologies						
Smart Industry 03: NXT GEN Capabilities Booster						
System Engineering						
System Engineering 01: Comprehensive Systems Engineering Education						
Open calls verdiepingsprojecten						
Open calls verdiepingsprojecten						
Internationaal						
Internationalisering PIB-studies						
KMO regeling						
Programmamanagement						
Programmabureaukosten						
Strategisch onderzoeksprogramma ecosystemen						
Tussenevaluatie EZK						
Uitvoeringskosten RVO						
Totaal						
Nog te reduceren in het kader van stage gates 1 en 2						
Groeifondsbudget totaal						



Bijlage 2: KPI's

Tabel 9: KPI's op programma- en projectniveau. Overkoepelende programmadoelstelling: Brede welvaart door een coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem in Nederland.

Doel	**KPI's[4] projectniveau[5]**	**KPI's programmaniveau[6]**	**Kwalificeren of kwantificeren van project mijlpalen[7] op project en programmaniveau[8] waaraan voldaan moet worden (projectniveau in te vullen door domeintrekkers)**						**Bron** ToC = Theory of Change, PD = Programma doelstellingen
			Projectniveau			**Programmaniveau**			
			2023-2024	**2025-2026**	**2027-2028**	**2023-2024**	**2025-2026**	**2027-2029**	
Versterken ecosysteem									
1.	**Ecosysteempijler 1 Visie:** Projecten afgestemd op roadmaps: • Ja • Nee	Overzicht van 7 gemeenschappelijke roadmaps ontwikkeld en ingediend							ToC/PD
2.	**Ecosysteempijler 2 Locaties:** x% van machines en equipment aangeschaft, die gebruikt kunnen worden op locaties door meerdere partners	x% faciliteiten die operationeel zijn en x% machines en equipment aangeschaft en geïmplementeerd in bijbehorende projecten en op locaties							ToC
3.	X% van de equipment gebruikt voor economische activiteiten.[9]	Gemiddelde X% van de equipment gebruikt voor							

[4] KPI's bevatten kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren op basis waarvan de prestatie wordt gemeten. Kwantitatief is bijvoorbeeld het aantal publicaties. Kwalitatief is gebaseerd op een categorisering zoals projecten wel of niet afgerond of een omschrijving van de behaalde onderzoeksresultaten.

[5] Een eerste aanzet van de kwalitatieve milestones voor verdiepings- en toepassingsprojecten is voor de leesbaarheid gepresenteerd in een aparte tabel in bijlage 3. Deze zullen aangescherpt worden bij de aanscherping van de projectvoorstellen.

[6] Een eerste indicatie van de kwantitatieve milestones op programma niveau zijn weergegeven in bovenstaande tabel en worden nader aangescherpt zodra de project voorstellen worden aangescherpt. Bovenstaande tabel zal daarmee in de komende tijd verder worden aangevuld.

[7] Mijlpalen kwantificeren bv hoeveel procent van de machines aangeschaft zijn, of kwalificeren welke type deelnemers er hebben deelgenomen aan skills programma's.

[8] **Registratiemethode** vindt plaats op basis van 1. **stoplichten** (groen als de vooraf gedefinieerde mijlpaal is gehaald, oranje als de vooraf gedefinieerde mijlpaal half is behaald, rood als de vooraf gedefinieerde mijlpaal niet is behaald), 2. **status in kwalitatieve of kwantitatieve bewoordingen** in bovengenoemde tabel, 3. **informatie over maatregelen om de project mijlpalen waar nodig te verbeteren.**

[9] Bij 100% financiering mag dit 20% zijn.

Doel	KPI's[4] projectniveau[5]	KPI's programmaniveau[6]	Kwalificeren of kwantificeren van project mijlpalen[7] op project en programmaniveau[8] waaraan voldaan moet worden (projectniveau in te vullen door domeintrekkers)						Bron ToC = Theory of Change, PD = Programma doelstellingen
			Projectniveau			Programmaniveau			
			2023-2024	2025-2026	2027-2028	2023-2024	2025-2026	2027-2029	
		economische activiteiten over alle domeinen heen.							
4.	**Ecosysteempijler 3: dealflow aan bij NGHT betrokken projecten** in Euro's	X Euro kapitaal in het ecosysteem gemobiliseerd				[redacted]	[redacted]	[redacted]	
5.	**Ecosysteempijler 4 Skills:** Aantal en type deelnemers (bv MKB, kennisinstelling etc.) aan skills programma's	Totaal aantal en type deelnemers aan skills programma's				[redacted]	[redacted]	[redacted]	ToC/PD
Verwerven control points									
6.	**Ecosysteempijler 5 Verbinden:** Aantal en type deelnemers (bv MKB, kennisinstelling etc.) aan verbindingsactiviteiten	Totaal aantal en type deelnemers aan verbindingsactiviteiten				[redacted]	[redacted]	[redacted]	ToC/PD
7.	**Ecosysteempijler 6. Internationalisering:** Aantal en type deelnemers (bv MKB, kennisinstelling etc.) aan internationaliseringsactiviteiten	Totaal aantal en type deelnemers aan internationaliserings-activiteiten				[redacted]	[redacted]	[redacted]	ToC/PD
8.	Selecteer de positie in de waardeketen die van toepassing is door te kiezen voor een van onderstaande categorieën en daar vervolgens de gevraagde details van te benoemen: 1. Belangrijkste partijen in de waardeketen kunnen benoemen 2. Internationale partners benoemen betrokken in het consortium 3. Benoemen van potentiële klanten 4. Investeringsbereidheid van partners/klanten uit de keten kunnen toelichten 5. Benoemen naam OEM's/OMM's gecreëerd	Gemiddelde positie in de waardeketen over alle domeinen heen						7 winstgevende OEM's/ OMM's, 4 winstgevende equipment toepassingen bij bestaande OEM's/ bedrijven	-

Doel	KPI's[4] projectniveau[5]	KPI's programmaniveau[6]	Kwalificeren of kwantificeren van project mijlpalen[7] op project en programmaniveau[8] waaraan voldaan moet worden (projectniveau in te vullen door domeintrekkers)						Bron ToC = Theory of Change, PD = Programma doelstellingen
			Projectniveau			Programmaniveau			
			2023-2024	2025-2026	2027-2028	2023-2024	2025-2026	2027-2029	
Versterken kennispositie									
9.	Kwalitatieve omschrijving van behaalde onderzoeksresultaten	Omschrijving behaalde onderzoeksresultaten gegroepeerd naar sleuteltechnologieën en/of systeemtechnologieën							-
10.	Aantal ingediende publicaties in • wetenschappelijke journals + weergave referentie per publicatie • refereed conference proceedings + weergave referentie per publicatie • vakbladen + weergave referentie per publicatie	Totaal aantal publicaties				[redacted]	[redacted]	[redacted]	ToC/PD
11.	Aantal aangevraagde patenten + beknopte toelichting per patent	Totaal aantal aangevraagde patenten				[redacted]	[redacted]	[redacted]	ToC/PD
Overige KPI's									
12.	Projectsucces bepalen door een van onderstaande categorieën te selecteren: 1. Het project is afgerond conform de oorspronkelijk scope. Alle mijlpalen zijn behaald. 2. Het project is naar tevredenheid afgerond, maar de inhoud van de mijlpalen is gewijzigd. Het project is niet afgerond maar voortijdig afgesloten.	Weergeven gemiddelde projectsucces over alle domeinen heen.				-	Fase 1 van alle projecten afgerond middels een stage gate mode	Fase 2 van alle projecten afgerond middels een stage gate model	
Maatschappelijke impact									
13.	• x% energie besparing op het productie proces	Gemiddeld % energie besparing over alle domeinen							

Doel	KPI's[4] projectniveau[5]	KPI's programmaniveau[6]	Kwalificeren of kwantificeren van project mijlpalen[7] op project en programmaniveau[8] waaraan voldaan moet worden (projectniveau in te vullen door domeintrekkers)						Bron ToC = Theory of Change, PD = Programma doelstellingen
			Projectniveau			Programmaniveau			
			2023-2024	2025-2026	2027-2028	2023-2024	2025-2026	2027-2029	
	Voor meer details per domein zie de tabel in paragraaf 2.3	heen en algehele maatschappelijke bijdrage op basis van de onderliggende projecten.							

Tabel 10: KPI's mee te nemen in project template (alleen rapportageplicht)

KPI's projectniveau	Benodigde data
Identificatie partners	Deelnemende partners per project (incl. KvK-nummer)
Financiële inbreng	Financiële inbreng per partner, voor gehele project, in EUR
Aantal partners per type	Label per partner (privaat/publiek én grootbedrijf/mkb/ kennisinstelling/Rijksoverheid/regio/gemeente/EU/ANBI/ anders)
Aantal ontwikkelde prototypes (indien van toepassing)	Aantal ontwikkelde prototypes + korte toelichting per prototype
Aantal ontwikkelde demonstrators (indien van toepassing)	Aantal ontwikkelde demonstrators + korte toelichting per demonstrator
Aantal spin-offs / spin-outs (indien van toepassing)	Aantal spin-offs / spin-outs (gebruikmakend van de technologie ontwikkeld binnen project) en hun doi's (KvK of Orbis nummer)
Aantal opgeleide mensen (indien van toepassing)	Gesegmenteerd naar aantal MBO, HBO, WO, PhD, Werkenden.
Geschat BBP-effect	Geschatte omvang in euro's
Het verhaal van het project	Kwalitatieve omschrijving van hoe het project bijdraagt/heeft bijgedragen aan het langdurig verdienvermogen van Nederland en de missies/brede maatschappelijke welvaart Maak hierbij de link concreet naar het gerapporteerde op indicatoren in ii. (tussen) Resultaat.

Bijlage 3: Milestones per domein

Tabel 11: Milestones per domein

Milestones per domein[10]				
Type milestone	**Domein**	**Milestone 2024**	**Milestone 2026**	**Milestone 2028**
Toepassing	Energy conversion and storage	In 2024 gevalideerde ontwerpen van de electrolyzer en brandstof cel stacks (mechanisch, elektrisch).	Pilot line 3D batteries	Pilot fab plasma reactor voor conversie methaan naar H2 en koolwaterstoffen
Toepassing	Biomedische productie technologie	Inventarisatie competenties ecosysteem Roadmap voor standaardisatie van biomedische productie technologie	Operationele virtuele productielijn voor 1e generatie demonstrators Framework en methodologie voor test en kwalificatie van systemen	Fysieke productielijn: Polymer BioNanoLab en industriële productielijn Gestandaardiseerde en gekwalificeerde demonstrators
Toepassing	Laser satcom		In 2025 is technologie demonstratie hardware gerealiseerd en getest.	In 2028 zijn prototype optische communicatie terminals gerealiseerd en getest, die voldoen aan de marktvraag.
Toepassing	Smart industry	Met ieder domein zijn 1 of meer Use cases voor de opbouw van een TEF (test & experimentation facility) voor de demonstratie van productie afgestemd (Delft: composites, lasersatcom, Eindhoven/Enschede/Groningen: semicon, agro/food, energie en lab-on-chip	TEF met use cases zijn operationeel en tevens geschikt voor demonstraties en voor use case geschikte (MBO/HBO) Smart Makers Academy trainingen Plan voor verbreding van de TEF tot een EDIH/Smart Makers Academy site gereed	TEF kennis is overgedragen naar betrokken ondernemingen die eigen productie hebben gerealiseerd TEF worden breed ingezet in kader van de Smart Makers Academy
		Digitale stekker(s) (common, op internationale standaarden gebaseerde open systems, gebaseerde software set (container/ect) zijn gereed om in TEF in te zetten (OPC-UA, IDSA, REST, Kafka/event streaming) beschikbaar in GitHub inclusief cyber security protocols	App store is gereed en gevuld met aantal basis apps nodig voor gekozen TEFs Consistente data collectie tbv latere AI is gereed	App store gevuld met uitgebreide verzameling Apps voor autonome toepassingen (Machine Learning/AI), etc.
		SCSN krijgt uitbreiding van ERP info uitwisseling naar (downstream) product design (AAS) en productie receptuur streaming en product data space platform support	SCSN krijgt uitbreiding naar volledig down (design & receptuur) en upstream (meet en kwaliteitsdata) uitwisseling alsmede operationeel gebruik van (Gaia-X data space) EU product data passport support	Bedrijven hebben RAMses architectuur, tools en control tower zelf gerealiseerd voor eigen gebruik

[10] Dit is een eerste aanzet. Zodra de projectplannen aangescherpt worden kunnen milestones ook aangescherpt worden waardoor verandering kunnen optreden.

Milestones per domein[10]				
Type milestone	**Domein**	**Milestone 2024**	**Milestone 2026**	**Milestone 2028**
		RAMses Servitisation architectuur voor (remote) ingebruikname en onderhoud van equipment met digitale stekker	Demonstratie in een of meer TEF van versnelde ingebruikname equipment En RAMses servitisation control tower	Bedrijven hebben RAMses architectuur, tools en control tower zelf gerealiseerd voor eigen gebruik
		Immutable product ID chips gereed	VDL en optioneel andere toepassingen gedemonstreerd	
		Inhoud 4 Smart Maker Academy metrolijnen met 10 stations (cursus dagen) voor NG gereed	NG Smart Makers Academy lijnen operationeel middels 40 sessies (500 deelnemers) Uitbreiding/Aanpassingen metrolijnen voor volgende fase en grotere aantallen	5000 deelnemers aan NG SMA sessies
Toepassing	Handsfree Agrifood	- Open digital twin software en infrastructuur - Demonstratie en validatie smart & connected tractor & machines validatie - MVP Store, sort en packlijn	- Data explainability en co-learning methodiek in de kas - Geautomatiseerd alert en activatie systeem voor dierenwelzijn en biodiversiteit - Volledig vraaggestuurde maaltijdproductielijn	- Aanvullende features en integratie in digital twin - Volledig autonome robot voor gewasverzorging - Demonstratie digitaal en sensor gestuurd proces
Toepassing	Composiet – project Digital micro factory for e-mobility	Proof of concept van min. 2 adaptieve machines (cellen, o.a. met geavanceerde 3d pick and place, zero programming technieken en continue vezel printkop)	Prototype van een adaptieve machine (o.a. met geavanceerde 3d pick and place, zero programming technieken en en continue vezel printkop (mede o.b.v. verdiepingsproject output))	Demonstratie van adaptieve productielijn met geïntegreerde cellen
Toepassing	Composiet – project Digital micro factory for e-mobility	Proof of concept van een recycling machine voor thermoplastische composiet	Prototype van een recycling machine voor thermoplastische composiet	Demonstratie geïntegreerde recycling incl. in-line hergebruik van gerecycled materiaal in overmoulding en 3d printing
Toepassing	Composiet – project Digitale automatisering voor duurzame luchtvaart	Proof of concept van min. 3 adaptieve machines (cellen, o.a. sealing, 3d pick and place, tape-laying, met zero programming technieken).	Prototypes van min. 3 adaptieve machines (cellen, o.a. sealing, 3d pick and place, tape-laying).	Demonstratie van geïntegreerde adaptieve productielijn o.b.v. ontwikkelde cellen aangevuld met 3rd party equipment; van basismateriaal t/m eindproduct
Toepassing	Semicon equipment for heterogenous integration	Synschronisatie en start gezamenlijke Digital Twin, predictive maintenance, Data AI platform ontwikkeling. Oplevering Specificatie-setting voor technologie deposition project en Advanced Integrated Photonics Packaging Equipment.	Eerste demonstratie van een snel, accuraat en flexibel koppelsysteem dat doormeten PIC mogelijk maakt. Vast gelegd: kern principes gedeelde Digital Twin, predictive maintenance, Data AI ontwikkeling. Eerste platform van meervoudige plaatsingskoppen zonder cross-talk en geschikt voor uitwisselbare koppen.	In 2028 actieve feedback control loops bij laser pulse, 1000 wafers met minder dan 0,3% variatie in dikte. MVP Nexperia machine gerealiseerd. But and grating coupling systeem gerealiseerd.

Milestones per domein[10]				
Type milestone	**Domein**	**Milestone 2024**	**Milestone 2026**	**Milestone 2028**
		Oplevering van een meervoudige plaatsingskop die nauwkeurig en betrouwbaar de kleinste elektronische componenten plaatst.	Oplevering verbeterde algoritmes om automatisch de optimale volgorde van pick en plaats acties te bepalen. Demonstratie eerste systeem dat op hoge snelheid fibers voldoende nauwkeurig kan uitlijnen. Demonstratie eerste systeem dat met hoge snelheid IO kan deponeren Demonstratie eerste systeem voor bonding/curing bij hoge snelheid. Eerste demonstratie van automatische uitlijning op <50nm. Oplevering toekomstbestendig generiek metrologie platform met infrastructuur voor alle PTP & PVIT componenten.	Digital Twin, preditive maintenance, Data AI platform voor semicon tools ontwikkeld. Smart gripping en Laser dye transfer MVP opgeleverd. MVP printen van functionele materialen en componenten. Proof of principle 3d geprinte packages. Oplevering mechaniek dat automatisch een plaatsingskop kan herconfigureren. Oplevering gevalideerde PTP machine op TRL 8 die de fotonica industrie laat opschalen. Oplevering gevalideerde PVIT machine op TRL 8 die de fotonica industrie laat opschalen.
Verdieping	Biomedische productie technologie	Proof of Concept complexe bio-nanotechnologische, integreerbare sensoren Proof of Concept autonoom microfluidisch platform Proof of Concept micro-gestructureerde biomaterialen	Proof of Concept systeemintegratie van biologische en technologische bouwblokken	Proof of Concept van productieproces met gepersonaliseerde biologische bouwblokken
Verdieping	Laser Satcom		In 2025 is het innovatie centrum opgestart en in ontwikkeling. De eerste activiteiten vinden hier dan plaats, bijv. een eerste pilot productie lijn voor een beperkt aantal systemen wordt opgezet. In 2025 is een groot deel van de technologieontwikkeling uitgevoerd. Er is een integrale nationale roadmap.	In 2028 is het innovatie centrum opgezet en het exit scenario NXTGEN HIGHTECH komt in beeld, dwz. er is een schaalbaar operationeel model met een return on investment voor de deelnemers. Hierbinnen is een pilot productie lijn beoogd met onderscheidende maakcompetenties.

Milestones per domein[10]				
Type milestone	**Domein**	**Milestone 2024**	**Milestone 2026**	**Milestone 2028**
				Bijna alle technologie ontwikkeling projecten zijn uitgevoerd, hiermee zijn technologische unique selling points verworven voor toekomstige laser satcom systemen. Deze punten zorgen er voor dat er een internationale positie (control points) verworven is. Hierdoor vindt er commerciële exploitatie plaats en worden andere financiering bronnen aangetrokken.
Verdieping	Energie	In 2024 eerste resultaten van analyse huidige en te verwachten toekomstige marktwensen en klanteisen en vertaling hiervan naar de 3de generatie systeem- en stackeisen door middel van systeemanalyses.	Benchmark nieuwe (3D, dunnefilm) technologieën met bestaande electrolyzer concepten	Pilotinstallatie voor 3de generatie electrolyzer
Verdieping	Composiet		Uitbreiding van het SAM|XL ecosysteem met een gevulde open software en hardware toolbox voor ecosysteem versterking.	Verdere uitbreiding van gezamenlijke open-source S/W toolbox, H/W infrastructuur van het fieldlab SAM|XL
Verdieping	Semicon	Onderzoeksprojecten o.b.v. NWO call gestart.	Tussentijdse evaluatie i.s.m. NWO.	Wetenschappelijke projecten opgeleverd.
Ecosysteem	Voor de ecosystem milestones op programmaniveau: zie bijlage 2 in de KPI tabel.			

5.1.2f

Van: 5.1.2e
Verzonden: maandag 15 juni 2026 13:25
Aan: 5.1.2e
Onderwerp: RE: Input gevraagd: Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026

Dag 5.1.2e

Over punt 4):

Ik zie geen juridische bezwaren tegen het ondertekenen van de LOI met het MvD. Ik kan de aandachtspunten van UNL van harte steunen, maar tegelijkertijd zijn die wat mij betreft niet blokkerend. Het document is geformuleerd als streven en universiteiten zijn zelf medebepalend bij de concretisering van de voornemens in specifieke initiatieven (bijv. in onderzoeksprojecten). In die concretisering zullen kennisveiligheid-, IE- en open science-kaders strakker moeten worden neergezet – ook afhankelijk van welk gerecht van de menukaart wordt gekozen. Het staat universiteiten ook na de LOI vrij ook geen samenwerkingen aan te gaan als geen overeenstemming kan worden bereikt over de voorwaarden.

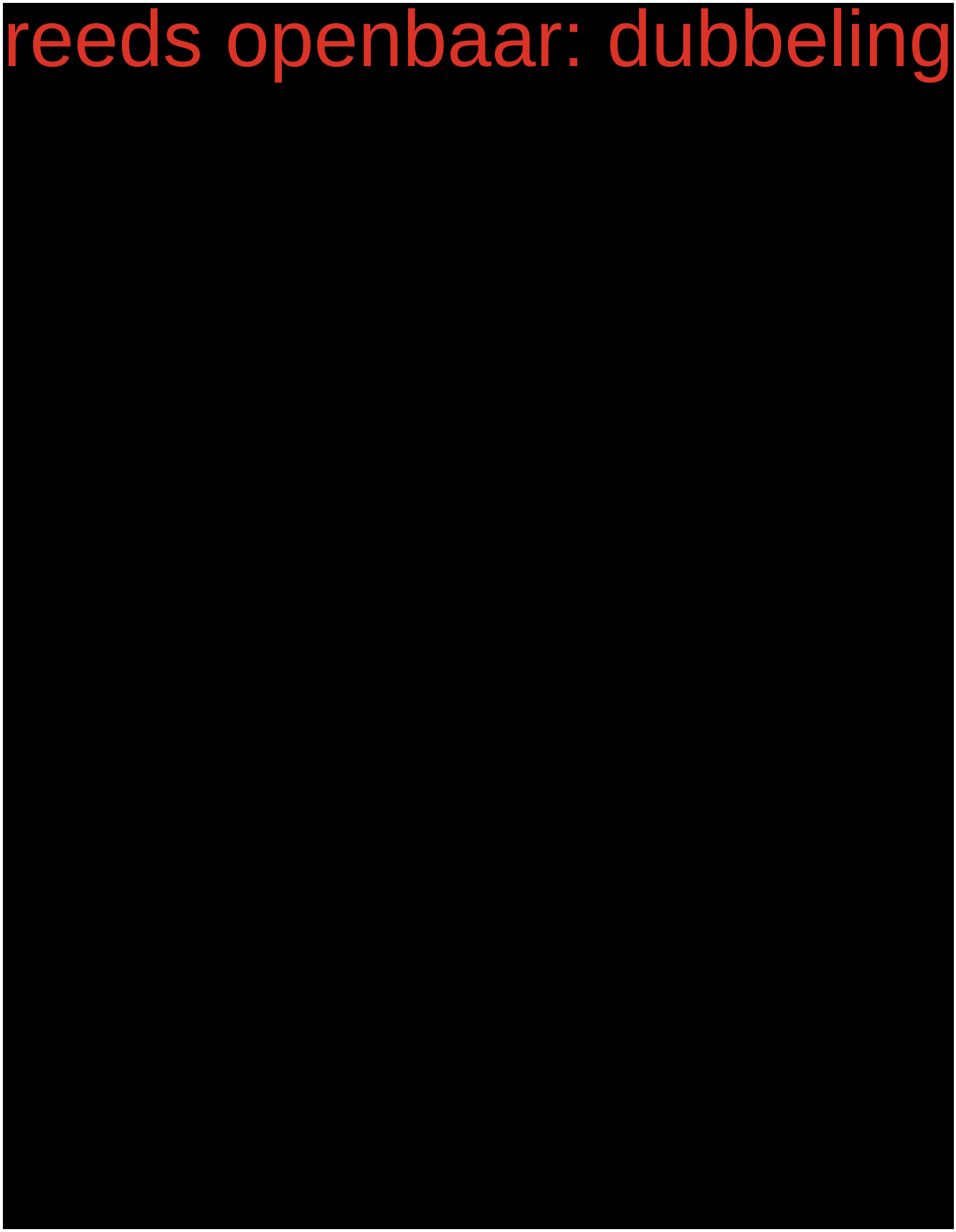
Groet, 5.1.2e

5.1.2e
| Corporate Governance & Legal Services

Wageningen University & Research
Postbus 9101, 6700 HB Wageningen
B:104 (Atlas) | 5.1.2e, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen
5.1.2e
www.wur.nl/disclaimer

reeds openbaar: dubbeling

reeds openbaar: dubbeling



From: 5.1.2e
To: WOO
Subject: FW: Input gevraagd: Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026 2
Date: Wednesday, 23 September 2026 15:04:15
Attachments: image001.png
image002.png
image003.png

Buiten scope Woo-verzoek

SSPG.52.06 Letter of Intent ministerie van Defensie.pdf

Buiten scope Woo-verzoek

Importance: High

5.1.2e
5.1.2e
www.wur.nl/disclaimer

Van: 5.1.2e
Verzonden: vrijdag 12 juni 2026 08:10
Aan: 5.1.2e
Onderwerp: Input gevraagd: Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026
Urgentie: Hoog

Beste collega's,

Zie bijgevoegd de agenda en stukken voor de UNL SSPG op 26 juni. Kunnen jullie voor de punten waar je naam achter staat kijken of er speaking notes nodig zijn voor Sjoukje?. Graag ontvang ik jullie input **uiterlijk woensdag 17 juni 12.00h** zodat ik het kan agenderen voor RvB van 22 juni. Als er geen speaking notes nodig zijn hoor ik dat ook graag.

Groet,
5.1.2e

buiten scope Woo-verzoek

From: 5.1.2e > **On Behalf Of** 5.1.2e
Sent: Thursday, June 11, 2026 2:06 PM
To: 5.1.2e
Heimovaara, Sjoukje <sjoukje.heimovaara@wur.nl>; 5.1.2e
Cc: 5.1.2e
Subject: Agenda en stukken SSPG 26 juni 2026

Geachte SSPG-leden,

Hierbij ontvangt u de agenda en stukken voor de SSPG-vergadering van vrijdag 26 juni. Deze wordt gehouden van 10.00 tot 12.30 uur via Microsoft Teams.

buiten scope Woo-verzoek

Hebt u vragen over de vergadering of de stukken, neemt u dan contact met mij op, 5.1.2e / 5.1.2e .

Met vriendelijke groet,

5.1.2e |5.1.2e

5.1.2e |5.1.2e | Werkdagen: maandag t/m donderdag

Algemeen: 070 302 14 00 | Universiteitscampus Spui | Spui 5 | 2511 BL Den Haag

logobalk_nl@2x_01_b98ddd5b-61dd-4809-9512-f67dbf81b2ed.png

Dit mailbericht is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Als dit bericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht dit aan de afzender te melden. Universiteiten van Nederland staat door de elektronische verzending van dit bericht niet in voor de juiste en volledige overbrenging van de inhoud, noch voor tijdige ontvangst daarvan. Aan de inhoud van dit mailbericht kunt u geen rechten ontlenen.

From: 5.1.2e
To: 5.1.2e [redacted]
Cc: 5.1.2e
Subject: Re: Nieuwe versie Letter of Intent Defensie - UNL
Date: Thursday, 4 June 2026 15:20:13
Attachments: image001.png
image002.png
image003.png

Even voor de goede orde: een Letter of Intent gaat over intenties, niet over juridisch bindende afspraken. Of zie ik dat verkeerd?

Van: 5.1.2e [redacted]
Verzonden: donderdag 4 juni 2026 14:34
Aan: 5.1.2e [redacted] 5.1.2.e [redacted]
CC: 5.1.2e [redacted]
Onderwerp: RE: Nieuwe versie Letter of Intent Defensie - UNL

Beste 5.1.2e en collega's,

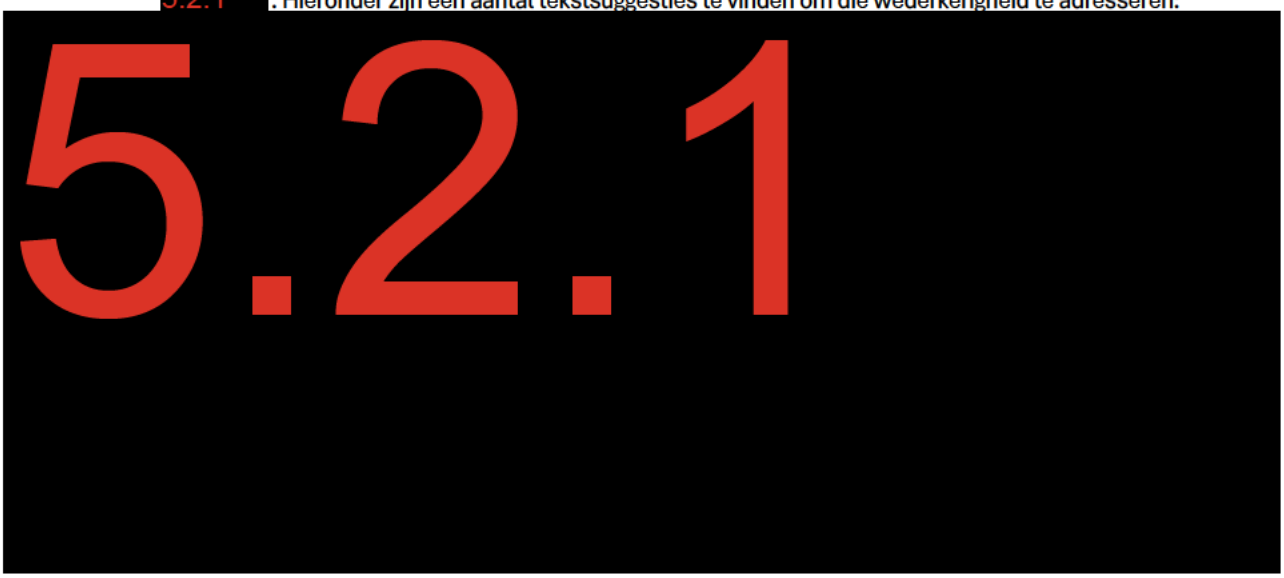
Dank voor het delen van de concept-LOI. Ik heb Juridische Zaken gevraagd mee te lezen. Op dit moment geven wij een negatief advies.
Allereerst ontvangen wij graag een nadere toelichting op het proces. Het is ons nog niet duidelijk wie de LOI heeft opgesteld, welke partijen inhoudelijk betrokken zijn geweest, welke juridische toets reeds heeft plaatsgevonden en op welk moment de afzonderlijke universiteiten hierover worden geconsulteerd. Ook ontvangen wij graag bevestiging dat de LOI is beoordeeld en geaccordeerd door de juridische afdeling binnen Defensie.

Inhoudelijk merken wij het volgende op:

5.2.1 [redacted]



5.2.1 . Hieronder zijn een aantal tekstsuggesties te vinden om die wederkerigheid te adresseren:



Het belangrijkste juridische bezwaar is dat 5.2.1

Als er onduidelijkheden of vragen zijn over deze feedback, horen we dat graag. Ook zien we een aangepaste versie van de LOI graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,

5.1.2e
5.1.2e

University of Amsterdam
5.1.2.e

Postbus 19268 | 1000 GG Amsterdam
Spui 21 | 1012 WX Amsterdam | 5.1.2e
T 5.1.2e
5.1.2e
www.uva.nl

Avalaible on:
mo | tu | wed | fr

From: 5.1.2e
Sent: dinsdag 2 juni 2026 16:26
To: [redacted]
Cc: 5.1.2e
Subject: Nieuwe versie Letter of Intent Defensie - UNL

Beste leden van de werkgroep Defensie en weerbare samenleving,

Gisteren hebben wij de laatste versie van de *letter of intent* ontvangen van Defensie. Defensie heeft onze opmerkingen en tekstvoorstellen beoordeeld en deze deels verwerkt in de nieuwe versie. Naar onze mening zijn onze belangrijkste aandachtspunten goed meegenomen, waardoor wij denken dat het een werkbare tekst is geworden. Ik leg deze nieuwe versie graag aan jullie voor in aanloop naar de vergadering van de werkgroep komende donderdag. Net als de vorige keer vraag ik jullie vertrouwelijk om te gaan met dit document.

Ik wil hier echter wel graag meegeven dat er beperkte mogelijkheden zijn tot het doorvoeren van wijzigingen in de tekst van de LOI. Komende week zullen de juristen van Defensie nog een laatste keer naar de LOI kijken en eventuele laatste aanpassingen doen. Ik vraag jullie om uiterlijk komende **donderdag 4 juni** jullie appreciatie met mij te delen, graag onderscheid maken tussen de volgende adviezen:

- Positief óf negatief advies.
- Eventuele noodzakelijke inhoudelijke wijzigingen voor een positief advies

Bij geen reactie via de mail of in de werkgroepvergadering aan we uit van een positief advies en zullen we dit meenemen in de voorbereiding en afstemming met de bestuurlijke klankbordgroep Defensie in aanloop naar de vergadering van de SSPG op 26 juni.

Weet me te bereiken met vragen/opmerkingen en tot donderdag!

Met vriendelijke groet,

5.1.2e

5.1.2e | Werkdagen: maandag t/m vrijdag

Algemeen: 070 302 14 00 | Universiteitscampus Spui | Spui 5 | 2511 BL Den Haag

logobalk_nl@2x_01_b98ddd5b-61dd-4809-9512-f67dbf81b2ed.png

Dit mailbericht is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Als dit bericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht dit aan de afzender te melden. Universiteiten van Nederland staat door de elektronische verzending van dit bericht niet in voor de juiste en volledige overbrenging van de inhoud, noch voor tijdige ontvangst daarvan. Aan de inhoud van dit mailbericht kunt u geen rechten ontlenen.

From: 5.1.2e
To: 5.1.2e
Cc: 5.1.2e
Subject: Terugkoppeling en rondvraag werkgroep Defensie en weerbare samenleving
Date: Thursday, 12 February 2026 13:27:15
Attachments: 5.1.2e
C2_signature_logo-cropped90h_85e7fd77-8c0d-4767-8e71-59febe388854.png
5.1.2e
5.1.2e

Beste allemaal,

Goed elkaar vanmorgen te spreken, dank voor jullie input en reflectie op alle ontwikkelingen. Voor degene die niet aanwezig waren bij de werkgroep vergadering deel ik deze beknopte schriftelijke terugkoppeling. Ook vraag ik (nogmaals) aandacht voor de twee rondvragen onderaan deze mail. Weet me te bereiken bij eventuele vervolgvragen.

Convenant
Eind januari werden we geïnformeerd door Defensie dat ze niet verder willen met het convenant. Als alternatief stellen ze voor om een 'menukaart' op te stellen met daarin een breed overzicht van mogelijke samenwerkingsvormen tussen universiteiten en Defensie (denk aan: NWO-calls, promotietrajecten, contractonderzoek). Defensie heeft benadrukt dat zij deze 'menukaart' graag in co-creatie met de universiteiten wil ontwikkelen. Ook zou Defensie graag een 'intentieverklaring' tekenen met universiteiten om zo een gezamenlijk commitment uit te spreken.

UNL was in eerste instantie niet blij met deze ontwikkelingen gezien het intensieve proces dat al doorlopen is voor het convenant. Ook zien we de intentieverklaring als een stap terug en onnodig. De werkgroep gaf eerder vandaag aan het idee van de 'menukaart' te verwelkomen en heeft daarbij een aantal belangrijke aandachtspunten meegegeven.

buiten scope Woo-verzoek

Rondvraag
Twee rondvragen (bij interesse graag even naar mij, 5.1.2e mailen):

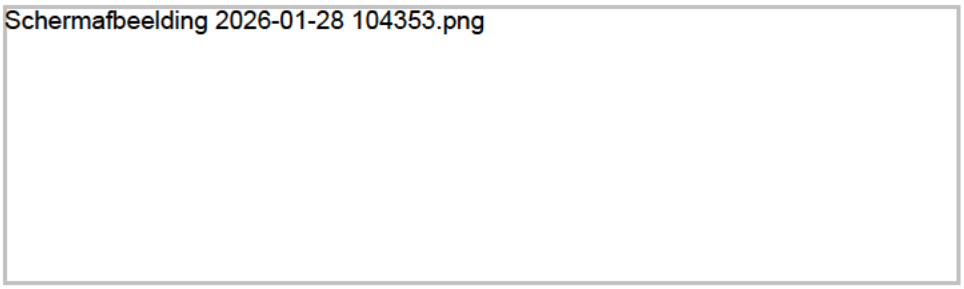
- Defensie heeft ons gevraagd om uit ons netwerk een klein groepje samen te stellen met mensen die graag mee willen denken over de verdere invulling van de menukaart. Dit groepje zal al op **korte termijn** samenkomen, waarschijnlijk **fysiek in Den Haag**. Graag horen we of er mensen zijn die tijd hebben op korte termijn bij dit groepje aan te sluiten.
- UNL is door OCW gevraagd om een paar suggesties op papier te zetten hoe we de middelen van Defensie via een DARPA-achtige innovatieautoriteit (ook) ten goede kunnen laten komen aan onze sector. Dat gaat niet om een inhoudelijk aanbod, maar om suggesties voor instrumentarium. Dit moet op **heel korte termijn**, dus willen we vanaf volgende week met een klein clubje hier verder op doordenken. Graag horen we of er mensen zijn die tijd hebben op korte termijn bij dit groepje aan te sluiten. Deze vraag is ook bij het AOV uitgezet.

Met vriendelijke groet,

5.1.2e

5.1.2e | Werkdagen: maandag t/m vrijdag

Algemeen: 070 302 14 00 | Universiteitscampus Spui | Spui 5 | 2511 BL Den Haag



Dit mailbericht is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Als dit bericht niet voor u bestemd is, wordt u vriendelijk verzocht dit aan de afzender te melden. Universiteiten van Nederland staat door de elektronische verzending van dit bericht niet in voor de juiste en volledige overbrenging van de inhoud, noch voor tijdige ontvangst daarvan. Aan de inhoud van dit mailbericht kunt u geen rechten ontlenen.

Universiteiten *van* Nederland

SSPG.52.06

Stuurgroep Strategie, Public Affairs & Governance

Bijlage bij agendapunt 4

Vergaderdatum	26 juni 2026
Onderwerp	*Letter of Intent* met ministerie van Defensie
Van	5.1.2.e
Bijlage(n)	Letter of Intent Defensie–UNL

De Stuurgroep Strategie, Public Affairs & Governance wordt gevraagd om:

- het bestuur te adviseren om als UNL de *letter of intent* met het ministerie van Defensie te ondertekenen, met inachtneming van eventuele aandachtspunten van de SSPG.

Conceptbesluit bestuur:

- Het bestuur besluit om als UNL de *letter of intent* met het ministerie van Defensie te ondertekenen, met inachtneming van eventuele aandachtspunten van de SSPG.

Aanleiding

UNL is al geruime tijd met het ministerie van Defensie in gesprek over manieren om de samenwerking tussen Defensie en universiteiten te faciliteren, stimuleren en versnellen. Een eerder traject gericht op het sluiten van een convenant met Defensie heeft niet tot het gewenste resultaat geleid. Om toch invulling te geven aan de wens de samenwerking tussen universiteiten/UNL en Defensie op enige wijze te bekrachtigen is gekozen voor een andere aanpak: een *letter of intent* waarin de gedeelde ambitie tot versterkte samenwerking wordt vastgelegd. De voorliggende *letter of intent* is het resultaat van dit traject.

Kernpunten

- De *letter of intent* is het resultaat van een langer proces waarin universiteiten en Defensie samen hebben gezocht naar passende vormen van institutionele verankering van de samenwerking. Het oorspronkelijke streven was een convenant tussen Defensie en de universiteiten. Dit traject is begin 2026 op initiatief van Defensie beëindigd, omdat de verplichte route via een aanbestedingsprocedure niet goed bleek te passen bij de inkoop van kennis. In bestuurlijk overleg tussen Defensie en UNL in april 2026 is gekozen voor een nieuwe route, via een *letter of intent.*
- Deze gezamenlijke brief heeft als doel de intentie uit te spreken om de samenwerking tussen Defensie en universiteiten te verbreden en versnellen, op basis van een aantal gedeelde uitgangspunten. Deze uitgangspunten zien onder andere op het borgen en verbreden van samenwerkingen, de kostensystematiek en het waarborgen van academische vrijheid en institutionele autonomie.
- De *letter of intent* is opgesteld door het ministerie van Defensie, mede op basis van input vanuit UNL. Gedurende het proces is afgestemd met de ambtelijke werkgroep Defensie en weerbare samenleving en de bestuurlijke klankbordgroep Defensie (bestaande uit 5.1.2.e , 5.1.2.e , 5.1.2.e , 5.1.2.e 5.1.2.e). Bij de *letter of intent* in de bijlage heeft de ambtelijke werkgroep nog een aantal belangrijke aandachtspunten meegegeven (zie onder toelichting). Deze aandachtspunten zijn met Defensie gedeeld en worden besproken in een bestuurlijk overleg met Defensie op 16 juni.

Vereniging Universiteiten van Nederland

Lange Houtstraat 2
Postbus 13739
2501 ES Den Haag

Tel +31 70 302 14 00
E-mail post@unl.nl
Web universiteitenvannederland.nl

KvK 40480226
IBAN 5.1.2.f ;
BTW NL007088784B01

- Na ondertekening van de *letter of intent* worden de uitgangspunten nader uitgewerkt in een keuzemenu voor samenwerking. Dit keuzemenu is bedoeld voor intern gebruik binnen Defensie en biedt inzicht in de verschillende routes voor samenwerking met universiteiten. Dit betreft (vooralsnog) drie routes: onderzoeksprogramma's via NWO, contractonderzoek rechtstreeks met universiteiten en samenwerking via de Nederlandse Defensie Academie (NLDA).
- Ter versterking van het beeld van een samen optrekkende sector en gezien het hoge abstractieniveau van deze intentieverklaring, adviseert het UNL-bureau om de *letter of intent* gezamenlijk te ondertekenen. Ondertekening door UNL betekent dat alle universiteiten de gezamenlijke intenties onderschrijven, maar laat onverlet dat het aan de afzonderlijke universiteiten blijft om te bepalen of, en in welke mate, zij hun eigen samenwerking met Defensie willen intensiveren. Bovendien blijkt uit contact met Defensie dat zij veel waarde hechten aan het expliciet uitspreken van de wederzijdse intentie tot verdere samenwerking. Defensie beschouwt deze *letter of intent* als een belangrijke stap om samenwerkingsvormen en randvoorwaarden voor samenwerking met universiteiten nader uit te werken. Zonder deze *letter of intent* worden de gesprekken over het keuzemenu van Defensie hoogstwaarschijnlijk niet voortgezet.
- Als blijkt dat universiteiten bezwaar hebben tegen ondertekening door UNL, kan er ook voor worden gekozen de *letter of intent* door individuele universiteiten te laten ondertekenen. Er zal – ongeacht de vorm die wordt gekozen – een ondertekenmoment plaatsvinden met een van de bewindspersonen van het ministerie van Defensie. In aanloop naar dit moment wordt met de woordvoerders van de universiteiten en Defensie afgestemd over een gedeelde communicatielijn met betrekking tot de *letter of intent* en de bredere samenwerking tussen universiteiten en Defensie.

Toelichting

Inhoud
De *letter of intent* heeft als doel de wederzijdse intentie uit te spreken om de samenwerking tussen Defensie en de universiteiten verder te faciliteren en te versnellen. Hierin wordt een aantal gezamenlijke uitgangspunten vastgelegd dat als basis dient voor de versterking van deze samenwerking. De *letter of intent* heeft geen juridisch karakter en heeft daarmee geen (juridische) verplichtingen tot gevolg. Bij het opstellen van de *letter of intent* is ernaar gestreefd de gezamenlijke opgaven rond het versterken van de maatschappelijke weerbaarheid en het beschermen van vrijheid en democratie duidelijk naar voren te brengen.

Ondanks het hoge abstractieniveau van een *letter of intent* hebben we geprobeerd om de belangrijkste knelpunten in het onderhandelingsproces over het convenant te benoemen in deze *letter of intent* en waar mogelijk haakjes vast te leggen voor nadere uitwerking. Het gaat om de volgende knelpunten:

- Kostensystematiek: het onderhandelingsproces over het convenant liep (onder meer) spaak op de gehanteerde kostensystematiek voor contractonderzoek. In de *letter of intent* is opgenomen dat er wordt aangesloten bij wettelijke regels en landelijke standaarden voor de kostensystematiek van universiteiten. Bovendien is vastgelegd dat daarbij rekening wordt gehouden met uitvoeringskosten die voortvloeien uit de onderzoeken (denk bijvoorbeeld aan kosten door extra beveiligingseisen). De formulering ‘landelijke standaarden’ is bewust gekozen: door niet één specifieke systematiek, zoals de integrale kostensystematiek, op te nemen, wordt ruimte geboden aan instellingen om een bij de eigen organisatie passende en werkbare kostensystematiek te hanteren. Tegelijkertijd biedt de verwijzing naar landelijke standaarden een gemeenschappelijk kader voor de verdere uitwerking van de verschillende samenwerkingsvormen in het keuzemenu.
- Kennisveiligheid en intellectueel eigendom: in de *letter of intent* is opgenomen dat ernaar wordt gestreefd aan te sluiten bij nationale en Europese beleidskaders voor intellectueel eigendom, Open Science en kennisveiligheid.

In de *letter of intent* worden vier intenties en uitgangspunten geformuleerd:
- streven naar succesvolle samenwerkingsvormen, in aanvulling op de reeds lopende samenwerkingen en contacten tussen Defensie en universiteiten;
- aansluiten bij wettelijke regels en standaarden omtrent kostensystematiek en daarbij rekening houden met bijkomende uitvoeringskosten;
- streven naar aansluiting bij kaders voor o.a. intellectueel eigendom, kennisveiligheid en Open Science en hierbij het waarborgen van academische vrijheid en institutionele autonomie;
- nader in kaart brengen van mogelijke samenwerkingsvormen in een keuzemenu, waarbij UNL een adviserende rol zal vervullen (zie volgende alinea voor toelichting).

Defensie is voornemens om voor het eigen departement de uitgangspunten van de *letter of intent* nader uit te werken in een keuzemenu, om zichtbaar te maken welke vormen van samenwerkingen met universiteiten mogelijk zijn. Vooralsnog worden hier drie keuzes voorzien: subsidiecalls via NWO, contractonderzoek rechtstreeks met universiteiten en samenwerking via de Nederlandse Defensie Academie (NLDA). Dit keuzemenu is een product van Defensie, maar zal conform de afspraken in de *letter of intent* in samenwerking met UNL worden opgesteld. Bij het opstellen van het keuzemenu zullen de UNL-werkgroep en de bestuurlijke klankbordgroep Defensie worden geraadpleegd.

Proces
Sinds het voorjaar van 2025 zijn universiteiten met Defensie in gesprek over intensivering van de samenwerking. Aanvankelijk is geprobeerd dit te realiseren via een convenant tussen Defensie en de universiteiten. Beide partijen hebben dit traject echter als stroef ervaren, met name doordat de verplichte aanbestedingsroute niet past bij het inkopen van kennis. Begin 2026 heeft Defensie aan UNL kenbaar gemaakt het traject rondom het convenant niet voort te willen zetten. Defensie stelde voor om in plaats daarvan in cocreatie een ‘keuzemenu’ te ontwikkelen waarin de verschillende routes voor samenwerking tussen Defensie en Nederlandse universiteiten uiteen worden gezet.

Op 7 april jl. heeft er een bestuurlijk overleg plaatsgevonden tussen UNL en Defensie. Bij dit overleg sloten vanuit Defensie 5.1.2.e) en 5.1.2.e) aan. In dit overleg is uitgewisseld over de gewenste versterking van de samenwerking tussen Defensie en universiteiten en de wijze waarop deze vorm kan krijgen via een keuzemenu met verschillende samenwerkingsroutes. Daarbij zijn ook de eerder door de universiteiten benoemde aandachtspunten uit het convenanttraject – kostensystematiek, intellectueel eigendom en kennisveiligheid – opnieuw besproken, mede in het licht van het niet-bindende karakter van een keuzemenu. Naar aanleiding hiervan is de bestuurlijke wens uitgesproken om, in aanvulling op het keuzemenu, te komen tot een *letter of intent.* In deze *letter of intent* worden, passend bij het abstractieniveau en het niet-bindende karakter daarvan, gezamenlijke uitgangspunten ten aanzien van deze aandachtspunten vastgelegd.

Defensie heeft medio mei een eerste conceptversie van de *letter of intent* met UNL gedeeld. Deze concepttekst is besproken in de ambtelijke werkgroep Defensie en in de bestuurlijke klankbordgroep. De opmerkingen en suggesties uit beide gremia zijn teruggekoppeld aan Defensie en verwerkt in het meegestuurde voorstel voor de *letter of intent.* Deze versie is ook voorgelegd aan de ambtelijke werkgroep Defensie, waaruit nog een aantal belangrijke aandachtspunten naar voren is gekomen (zie hieronder). Deze punten zijn gebundeld en gedeeld met de ambtelijke contacten bij Defensie. Er zal op korte termijn nog een bestuurlijk overleg plaatsvinden tussen UNL en Defensie waar deze punten worden besproken.

Het gaat om de volgende aandachtspunten:
- De huidige formulering wekt de indruk dat de samenwerking primair is gericht op het faciliteren van de behoeften van Defensie, terwijl de insteek van de *letter of intent* is om een gezamenlijke opgave en

intentie te formuleren. Met het oog op het creëren van breed draagvlak binnen de universiteiten is het van belang dat de wederkerigheid van de samenwerking sterker naar voren komt.
- De formulering ‘streven naar aansluiting bij nationale en Europese beleidskaders’ (punt 3 in de opsomming) is te vrijblijvend. Het gaat in dit geval over wettelijke kaders waaraan zowel universiteiten als Defensie gebonden zijn. Een formulering die nadrukkelijk aangeeft dat deze kaders worden geborgd en nageleefd is wenselijk.
- De voorgestelde *letter of intent* kent een ambigu juridisch karakter. Enerzijds wordt benadrukt dat de *letter of intent* geen juridisch bindende verplichting vormt, anderzijds bevat punt 5 een aantal juridische bepalingen. Het heeft de voorkeur om deze juridische bepalingen te schrappen zodat de *letter of intent* zuiver een niet-bindende intentieverklaring is. Als Defensie daar niet mee uit de voeten kan, heeft het in ieder geval de voorkeur om (1). de verwijzing naar het internationaal recht te schrappen en (2). het zinsdeel dat geschillen niet aan een nationale of internationale rechtbank of enige andere derde partij mogen worden voorgelegd te verwijderen. Uitgangspunt is dat partijen er gezamenlijk uitkomen bij een verschil van inzicht, maar het uitsluiten van iedere vorm van geschilbeslechting is niet wenselijk.
- Bepaling 7, waarin wordt gesteld dat de *letter of intent* niet openbaar zal worden gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de ondertekenende partijen, houdt onvoldoende rekening met wettelijke openbaarmakingsverplichtingen van de universiteiten, zoals op grond van de Woo. Wij pleiten voor de toevoeging ‘behoudens voor zover openbaarmaking noodzakelijk is ter voldoening aan een wettelijke verplichting'.

Vervolgproces en communicatie
Bij positief besluit over ondertekening van de *letter of intent* door UNL wordt op korte termijn gezocht naar een geschikte datum voor een ondertekenmoment met de staatssecretaris of minister van Defensie. We sturen erop aan om van deze gelegenheid gebruik te maken om ook de Defensiepropositie (SOO.51.06) van de Nederlandse universiteiten formeel te overhandigen.

Parallel hieraan werken we samen met de woordvoerders van de universiteiten en Defensie aan een gedeelde communicatielijn over de *letter of intent* en de samenwerking met Defensie in brede zin. In de communicatie wordt de inhoudelijke breedte van de (lopende en beoogde) samenwerkingen tussen universiteiten en Defensie benadrukt, alsmede de vrijheid van wetenschappers en studenten om een eigen afweging ten aanzien van samenwerking met Defensie te maken. De communicatielijn wordt afgestemd met de bestuurlijke klankbordgroep en de werkgroep.

Overwegingen bij ondertekenen *letter of intent*
Het vastleggen van de intentie om de samenwerking te versterken, op basis van een aantal gezamenlijke uitgangspunten, vormt op zichzelf geen wezenlijke stap richting intensievere samenwerking tussen Defensie en de (individuele) Nederlandse universiteiten. De knelpunten die tijdens het eerdere convenanttraject samenwerking bemoeilijkten, worden met deze *letter of intent* niet direct weggenomen. De ondertekening van de *letter of intent* door UNL en Defensie heeft daarom vooral een belangrijke symbolische betekenis. Uit overleg met Defensie blijkt dat zij veel waarde hechten aan het expliciet uitspreken van de wederzijdse intentie tot verdere samenwerking in de vorm van deze *letter of intent*. Defensie beschouwt dit als een noodzakelijke stap in het proces om samenwerkingsvormen en randvoorwaarden voor samenwerking met universiteiten nader uit te werken. Zonder deze *letter of intent* worden de gesprekken over het keuzemenu van Defensie hoogstwaarschijnlijk niet voortgezet.

Het advies is daarom om de *letter of intent* namens UNL te ondertekenen. Dit betekent dat alle universiteiten de gezamenlijke intenties en uitgangspunten opgenomen in de *letter of intent* onderschrijven. Dat laat onverlet dat het aan de afzonderlijke universiteiten blijft om te bepalen of, en in welke mate, zij hun eigen samenwerking met Defensie willen intensiveren.

Letter of Intent
tussen
Universiteiten van Nederland
en
het Ministerie van Defensie van het Koninkrijk der Nederlanden

Het Ministerie van Defensie en universiteiten zijn al jarenlang met elkaar verbonden met het gemeenschappelijke doel om de Nederlandse samenleving te beschermen door kennisopbouw en kennisontsluiting voor- en met de Krijgsmacht. Sinds 2022 versterkt het Ministerie van Defensie de samenwerking met civiele kennisinstellingen om wetenschappelijke expertise te integreren in de strategische en operationele uitdagingen van Defensie. In een tijdperk waarin Nederland in toenemende mate afhankelijk is van samenwerkingspartners, streeft Defensie dan ook samen met de Nederlandse universiteiten naar de gezamenlijke opgave van de bescherming van de vrijheid en democratie van zowel Nederland als haar bondgenoten.

De intensivering van samenwerking tussen het Ministerie van Defensie en Nederlandse universiteiten vereist andere en nieuwe manieren/constructen/vormen/contracten. Hierbij is het van belang dat er continue aandacht is voor ieders rol, sterktes en waarden. Universiteiten in Nederland zijn autonome instellingen, waar academische vrijheid en wetenschappelijke integriteit uitgangspunten zijn. Omdat hier ook de kracht schuilt van de wetenschap zijn deze uitgangspunten ook belangrijk voor Defensie en de samenwerkingen die worden aangegaan waarin we samen zoeken naar een balans tussen academische waarden en normen en afwegingen ten aanzien van te beschermen belangen met oog op veiligheid. Onomstotelijk hebben we wel de gemeenschappelijke onderliggende doelstelling om te zoeken naar hoe we elkaars krachten om bij te dragen tot veiligheid en rechtvaardigheid kunnen bundelen.

In samenwerking met de koepelorganisatie Universiteiten van Nederland (UNL) en het Ministerie van Defensie is deze Letter of Intent (LOI) opgesteld, waar in gezamenlijke uitgangspunten zijn vastgelegd die samenwerkingen tussen bij UNL aangesloten universiteiten en het Ministerie van Defensie faciliteren, stimuleren en versnellen.

Met deze LOI verklaren het Ministerie van Defensie en UNL namens de bij haar aangesloten universiteiten de intentie te hebben om:

1. **Te streven naar succesvolle samenwerkingsvormen** die het vervullen van de onderzoeksbehoefte van Defensie versnellen, opschalen en borgen. Denk hierbij aan samenwerkingen tussen Defensie en universiteiten, alsmede de samenwerking tussen de NLDA en individuele universiteiten, aanvullend op reeds lopende contracten en samenwerkingen tussen deze partijen.
2. **Aan te sluiten** wettelijke regels en landelijke standaarden die de basis hebben gevormd voor de totstandkoming van de kostensystematiek van de universiteiten en deze op te nemen in nieuw te vormen samenwerkingsvormen tussen het Ministerie van Defensie en individuele universiteiten. Daarbij wordt ook rekening gehouden met uitvoeringskosten die voortvloeien uit de onderzoeken.
3. **Te streven naar aansluiting bij nationale en Europese beleidskaders** voor in ieder geval intellectueel eigendom, kennisveiligheid en Open Science. Hierbij zijn

beveiligingseisen van het Ministerie van Defensie kaderstellend en worden de academische vrijheid en autonomie van universiteiten gewaarborgd.

4. **Deze intenties nader uit te werken**, waarbij mogelijke vormen van samenwerking tussen universiteiten en Defensie gezamenlijk in kaart worden gebracht en voorwaarden nader worden uitgewerkt. UNL vervult daarbij een adviserende rol.

Verder wordt opgemerkt dat:

5. Deze LOI geen juridisch bindende verplichting vormt tussen de ondertekende partijen, noch dat zij rechten en verplichtingen schept krachtens het internationaal recht. Eventuele geschillen over de interpretatie of uitvoering van deze LOI zullen uitsluitend tussen de ondertekende partijen worden beslecht en zullen niet worden voorgelegd aan een nationale of internationale rechtbank of enige andere derde partij.

6. Deze LOI te allen tijde schriftelijk kan worden gewijzigd, enkel en uitsluitend met wederzijdse instemming van de ondertekenende Partijen.

7. Deze LOI niet openbaar zal worden gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de ondertekenende Partijen.

Ondertekend te ……. op ……., in twee originelen, één voor elke ondertekenende Partij.

Namens de Minister van Defensie van het Koninkrijk der Nederlanden
[handtekening]

Namens de voorzitter van Universiteiten van Nederland

[handtekening]

CONCEPT